
ВВЕДЕНИЕ

•



Производство продуктов питания — с давних пор основная задача земледельца, так же как производство кормов для животноводства и сырья для промышленности. Земледелие является одной из важнейших отраслей сельскохозяйственного производства.

Главное средство производства в земледелии — почва и зеленое растение. Человек через систему земледелия (обработка почвы, выбор предшественников и технологии возделывания, защита от вредных организмов и др.) создает оптимальные условия для жизни растений. Зеленые растения преобразуют кинетическую энергию солнечного света в потенциальную энергию органического вещества. Человечество всегда стремилось к максимальному накоплению и разумному расходованию энергии органических соединений в виде различных продуктов земледелия. Растениеводческая продукция не может долго храниться и поэтому ежегодно должна создаваться заново. Этим определяется непрерывность сельскохозяйственного производства.

Земледелие — отрасли сельскохозяйственного производства, основанные на рациональном использовании земли с целью выращивания сельскохозяйственных культур. Полеводство, овощеводство, луговое хозяйство, лесоводство, виноградарство и т. д. являются отраслями частного земледелия. Земледелие — древнейшая, очень сложная сфера человеческой деятельности, возникшая и формировавшаяся тысячелетия. Появление его стало крупнейшим событием в развитии цивилизаций. Оно позволило перейти от кочевого и создать основу совершенно нового оседлого образа жизни и труда человека. В истории человечества неоднократно подтверждалось, что расцвет и крушение цивилизаций проходили и через подъем, и через спад в развитии земледелия.

В перспективе развитие земледелия будет определяться двумя глобальными направлениями, от которых

зависит переход к устойчивому росту сельскохозяйственного производства. Первое предполагает развитие сельского хозяйства всех стран планеты при использовании экологически безопасных альтернативных земледельческих технологий, рациональном размещении производительных сил, обеспечивающих расширенное воспроизводство биоресурсов и их экономии. Для России второй задачей следует считать решение проблем производственных отношений и реформирования АПК страны.

Теоретическими и практическими предпосылками для перевода сельского хозяйства на путь устойчивого и сбалансированного развития в земледелии должны стать научно-обоснованная стратегия интенсификации АПК, разработки по освоению адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Интенсивные системы земледелия являются продуктивными системами. Они разрабатываются на основе научных исследований и достижений научно-технического прогресса. Их практическое освоение в современном земледелии будет осуществляться с учетом наиболее рациональных, экономически и экологически обоснованных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, формирования высокоплодородных почв.

Земледелие как наука развивается на основе новейших теоретических достижений таких важнейших фундаментальных научных дисциплин, как почвоведение, землеустройство, физиология растений, агрохимия, растениеводство, биотехнология, микробиология, агрометеорология, экология, экономика и др.

Вместе с тем значительно возрастает роль земледелия как строго зональной науки, с широким использованием местного практического опыта.

В результате перевода земледелия на научную основу, его интенсификации повысились устойчивость и продуктивность растениеводства, обеспечиваются расширенное воспроизводство плодородия почвы и рост урожайности сельскохозяйственных культур. Однако при неправильном применении средств интенсификации земледелия (химизации, мелиорации, современных технологий и др.) часто при полном игнорировании законов земледелия, законов природы и общества в отрасли земледелия возникают сложные проблемы и противоречия.

Недостаточно изучены экологическая, экономическая и технологическая сущность и причины отрицательных явлений в сельскохозяйственном производ-

стве. Поэтому в основе современного научного подхода должен быть системный метод как непереносимое условие успешного развития земледелия. Еще К. А. Тимирязев отмечал, что одностороннее увлечение какой-либо идеей, точкой зрения нигде не может принести большего вреда, чем в земледелии.

На данном этапе развития сельского хозяйства научно-технический потенциал и накопленный практический опыт должны объединяться и интегрироваться в зональных системах земледелия.

При решении проблем экологизации земледелия, адаптивной его интенсификации и в особенности биологизации технологических процессов необходимо пересмотреть роль и содержание элементов системы земледелия. На первый план оптимизации агропромышленного производства выходят задачи адаптации земледелия, т. е. разработка и освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия и их элементов.

Основа любой системы земледелия — севооборот. Оценку и роль его в современном земледелии проводят по таким критериям: биологизация земледелия, регулирование режима органического вещества почвы и элементов питания, поддержание удовлетворительного структурного состояния почвы, регулирование водного баланса агроценозов, предотвращение эрозии и дефляции, регулирование фитосанитарного состояния посевов и почвы.

Экологизация земледелия связана с совершенствованием систем обработки почвы, их минимализацией и углубленной дифференциацией в разнообразных почвенно-климатических условиях.

При интенсификации земледелия усиливаются экологическая и биологическая оценки роли органического вещества почвы и влияния конкретных агроприемов на биологизацию почвы.

Разработка и освоение почвозащитного земледелия должны включать все разнообразие организации ландшафтов, специальных севооборотов, выбора оптимальной системы обработки почвы в широком диапазоне — от вспашки до нулевой обработки через множество вариантов безотвальных, плоскорезных, минимальных, отвальных обработок и их комбинаций.

Весьма актуальной остается задача оптимизации приемов защиты растений от сорных растений и других вредных организмов. В настоящее время очевидно, что система защиты растений должна быть интегрированной. Такая защита должна основываться на регулирова-

нии численности вредных организмов до экономически целесообразного и экологически безвредного уровня.

Рассмотрению методологических подходов к решению выше перечисленных задач и проблем, исходя из принципов системности, альтернативности, энергосбережения, нормативности, соответствия современного земледелия новым производственным отношениям в оптимальной системе природопользования, посвящена эта книга.

Введение, главы 1—3 в разделе I, 4 в разделе II, 1—3 в разделе V написаны проф. *Г. И. Баздыревым*; глава 4 в разделе I и раздел VI — проф. *А. Ф. Сафоновым*; главы 1—3 в разделе II — проф. *А. М. Туликовым*; раздел III — проф. *В. Г. Лошаковым*; раздел IV — доц. *А. Я. Рассадным*; предметный указатель — проф. *А. И. Пупониным*.

РАЗДЕЛ I НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Глава 1 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Проблемы происхождения мирового земледелия актуальны для современного земледелия. Где зародилась впервые земледельческая культура на Земле? Какие орудия применял первобытный земледелец? Какие растения первоначально были взяты в культуру? Эти и другие вопросы ныне жизненны и полны значения для настоящего земледельца. Зная прошлое, можно без ошибок научиться управлять современными технологиями.

С момента своего зарождения в эпоху первобытно-общинного строя и кочевого образа жизни земледелие развивалось лишь на примитивной практике и по народным приметам, постепенно накапливая и передавая наиболее ценные наблюдения и практический опыт от одного поколения к другому. До возникновения письменности опыт передавался только устно.

Появление земледелия повлекло за собой новую форму хозяйствования с глубоким изменением первичных ландшафтов. В широком масштабе начался процесс вырубки леса, а следовательно, и первичная стадия деградации почвы. Накопление эмпирических знаний о почве началось с того времени, когда человек перешел от сбора дикорастущих растений к выращиванию их на полях, к возделыванию почвы.

Многие ученые считают, что земледелие началось с обработки почвы. Н. И. Вавилов разработал полицентрическую концепцию зарождения мирового земледелия. Он в 1926—1935 гг. выделил восемь основных географических областей истории развития земледелия: западноазиатская, индийская, среднеазиатская, китайская, средиземноморская, африканская, мексиканская, южноамериканская. Исследования показали, что первичные очаги земледелия зародились независимо в разных регионах и насчитывают от 5—3 тыс. до 8—6 тыс. лет до н. э.

Земледельческие орудия были крайне примитивными. На протяжении столетий основными почвообрабатывающими орудиями служили соха, мотыга, деревянная борона, а уборочными — серп и цепь.

Вышеперечисленные регионы дали начало не только земледелию, но и большинству современных культурных растений.

Развитие древних очагов земледелия не было идентичным и сопровождалось созданием различных методов, орудий и способов выращивания растений.

Большинство исследований связывают возникновение земледелия с развитым собирательством продуктов природы. От собирательства до приемов сознательного выращивания культурных растений лежал долгий и неизведанный путь, который методом проб и ошибок привел человечество к земледелию.

С появлением письменности наиболее ценные наблюдения по земледелию стали отражаться в наскальных и других писаниях, а затем в летописях. Одной из древнейших стран с высокоразвитым земледелием была Месопотамия. Уже в начале четвертого тысячелетия до нашей эры здесь образовалось государство шумеров, в котором земледелие достигло высокого для того времени уровня развития. Результаты своей деятельности, накопленный опыт, различные советы по выполнению полевых работ они записывали на глиняных дощечках-табличках. Эти таблички называли «календарем земледельца». В нем давали советы по обработке почвы, борьбе с сорными растениями, подготовке к посеву и выращиванию культур. Археологи обнаружили содержание диспута о переходе от мотыжного земледелия к плужному.

В Древней Греции также много внимания уделяли роли агрономических знаний и советов по земледелию. Известный древнегреческий философ Аристотель (384—322 г. до н. э.) написал несколько трактатов по сельскому хозяйству — «Естественная история», «О возникновении животных» и др., в которых сделана первая попытка классификации растений и животных, приведены способы их возделывания и содержания.

В Древнем Риме (IV—II в. до н. э.) литература по земледелию представлена трудами выдающихся натуралистов того времени — Магона, Катона, Варрона, Вергилия, Колумеллы. Катон в своем трактате «О земледелии» дал классификацию почв по пригодности их для возделывания культурных растений, изложил советы по развитию виноградарства, садоводства и животноводства.

Особое место занимает выдающийся теоретик и практик земледелия Древнего Рима Колумелла, написавший работу по сельскому хозяйству в двенадцати книгах под общим названием «О сельском хозяйстве». Колумелла систематизировал и обобщил теоретический и практический опыт ведения сельского хозяйства. Он первый предложил систему мероприятий, направленных на повышение плодородия почвы и урожая.

Колумелла настойчиво и убедительно говорил о необходимости научных агрономических знаний и опыта. Он писал: «Тот, кто посвятит себя занятиям сельским хозяйством, должен прежде всего обладать следующими качествами: знанием дела, возможностью расходовать средства и желанием действовать».

Хотя агрономия древних времен была еще далека от настоящей

агрономической науки, носила эмпирический знахарский характер, но и она была забыта на долгие годы вместе с гибелью античной культуры.

Второй период в развитии земледелия связан с эпохой феодализма, для которого характерен застой естественных наук. Этот период продолжался вплоть до XVIII в., когда начали осуществлять экономические преобразования, давшие толчок дальнейшему развитию производительных сил.

В становлении земледелия как науки в России и других странах существенную роль играло развитие естественных и точных наук.

Научные исследования были востребованы и устремлены на развитие промышленности, сельского хозяйства, военного дела и т. д.

Осуществляемые в XVIII в. Петром I и Екатериной II реформы опирались на то, что «земледелие есть первый и главный труд».

В становлении агрономии и других наук в России исключительно большую роль сыграл М. В. Ломоносов (1711—1765). Отличаясь необычайной широтой познаний, М. В. Ломоносов успешно проводил географические, экономические, физические, химические и другие исследования. Им сформулированы задачи развития России на многие годы вперед. Он распределил их в следующие темы: 1 — о размножении и сохранении российского народа; 2 — об истреблении праздности; 3 — об исправлении нравов и о большом народном просвещении; 4 — об исправлении земледелия; 5 — о сохранении военного искусства.

Задачи исправления земледелия, по М. В. Ломоносову, сводились к всестороннему изучению сельского хозяйства во всех областях России и нахождению средств для его улучшения. Подъем сельского хозяйства он считал возможным только с помощью науки.

По инициативе М. В. Ломоносова в 1765 г. было основано Вольное экономическое общество (ВЭО), сыгравшее важную роль в развитии отечественной агрономии. Труды этого общества издавались в течение 105 лет; в них опубликовывали результаты первых научных исследований и накопленный опыт по сельскому хозяйству.

Вместе с М. В. Ломоносовым важная роль в становлении и развитии научного земледелия в России принадлежит таким известным ученым, как А. Т. Болотов, И. М. Комов, М. Г. Павлов, В. А. Левшин, И. И. Самарин, и многим другим.

Одним из основоположников отечественной агрономической науки считается А. Т. Болотов (1738—1833). Болотов был подлинным новатором, он выступил с программой первоочередных исследований в области земледелия по проблемам: изучение свойств и качеств земель, исправление и удобрение земель, обработка и подготовка земель к посеву, подготовка семян, посев, уход за посевами, уборка. Он указал на два главных препятствия, мешающих успешному земледелию: «крайнее невежество наших земледельцев и неимение собственности у крестьянина». Научные труды А. Т. Болотова по земледелию «Об удобрении полей» (1770) и «О разделении

полей» (1771), в которых высказывались идеи повышения плодородия почвы, пути лучшего сочетания полеводства и скотоводства, о воздушном и почвенном питании растений, не потеряли своего значения и в наше время. А. Т. Болотов первым высказал догадку о значении минеральных веществ в питании растений, задолго опередив основоположников минерального питания растений Тэера, Либиха и др.

Дальнейшее развитие научных основ земледелия было успешно продолжено выдающимся русским агрономом И. М. Комовым (1750—1792). Он считал, что земледелие является той благодатной почвой, на которой расцветают все науки и искусства. В своем труде «О земледелии» он одним из первых ученых-земледельцев обосновал научные основы чередования культур, предложил применять плодосменную систему земледелия, считал главным путем повышения плодородия почвы развитие скотоводства. Поэтому обилие навоза (органического удобрения) и изменения в структуре посевных площадей считал главными условиями получения высокого урожая.

Задача восстановления плодородия почвы, по И. М. Комову, решается посредством вспашки и навоза. Пахота — это главное в земледелии. От нее земля мягче и сочнее становится, от сорняков и вредителей избавляется. Вместе с тем он резко выступал против того, что многократная пахота земли заменит удобрение.

И. М. Комов был против упрощенчества и шаблона в агрономии, предлагал ставить опыты для проверки эффективности тех или иных приемов возделывания сельскохозяйственных культур.

Определенный вклад в развитие научного земледелия внес М. Г. Павлов (1793—1840). Им впервые было раскрыто значение почвенных процессов в питании растений, разработана теория применения удобрений, замены господствующего тогда зернового трехполья интенсивной плодосменной системой земледелия. Он придавал большое значение практике, считая, что она является воплощением теории в действии. Практика немыслима без теории, а теория без практики бесплодна. Пяти томный труд М. Г. Павлова «Курс сельского хозяйства» долгое время служил капитальным руководством, по которому обучались многие поколения русских агрономов.

Во второй половине XVIII в. в Западной Европе для развития научного земледелия многое сделали такие ученые, как А. Д. Тэер, Ю. Либих, Т. Юнг и др. А. Д. Тэер (1752—1828) является автором теории гумусового питания растений, а Ю. Либих (1803—1873) — теории минерального питания растений, он также сформулировал один из основополагающих законов земледелия — закон возврата.

В этот период наряду с развитием агрономических наук заметно совершенствовались орудия обработки почвы, посева и уборки культур. Изменялось прежде всего основное орудие обработки почвы — плуг, который претерпевал усовершенствования: от плугов, изготовленных из дерева, до плугов, изготовленных из чугуна и ста-

ли. Наиболее совершенной конструкцией плуга стал плуг Рудольфа Сака, который первым начал заводское производство плугов с предплужниками (1870). Плуг такого типа быстро распространился во многих странах и практически конструктивно не изменился до настоящего времени.

В 1830 г. в Англии была сконструирована сеялка, принцип работы которой сохранился до наших дней. Жатвенная машина была сконструирована в 1781 г. в Туле. Для обмолота хлебов в Америке были разработаны молотилки, совершенствование которых позволило изобрести комбайн. Со второй половины XIX в. вместо живой тягловой силы стали использовать паровой двигатель, а затем дизельный и электрический.

В XIX в. агрономическая наука получила дальнейшее развитие в трудах целой плеяды выдающихся русских ученых: А. В. Советова, Д. И. Менделеева, П. А. Костычева, В. В. Докучаева, А. Н. Энгельгардта, И. А. Стебута, К. А. Тимирязева и многих других.

А. В. Советов (1826—1901) определял уровень культуры земледелия и развития сельского хозяйства расширением полевого травосеяния, которое побуждает вести хозяйство на научной основе. Ученый убедительно показал, что посевы многолетних трав на полях не только способствуют развитию животноводства, но и восстанавливают и повышают плодородие почвы. В России многолетние травы (клевер, кострец, тимофеевку) и их смеси стали высевать на полях намного раньше, чем в Западной Европе.

Ярчайшей фигурой в агроэкономической науке пореформенного периода является А. Н. Энгельгардт (1832—1893) — основоположник агрохимии. Он связывал будущее российского сельского хозяйства с культурным крестьянином, считал, что деревне нужны интеллигентные мужики. Понимая необходимость перестройки в деревне, он ратовал за артель, артельное хозяйство и ставил на первое место человека, хозяина. Он считал, что от хозяина зависит вся система хозяйства, и если система дурна, то никакие машины не помогут.

А. Н. Энгельгардт в своих классических письмах «Из деревни» (1882) подчеркивал, что «нет химии русской, английской или немецкой, есть только общая всему свету химия, но агрономия может быть русская, или английская, или немецкая...». Он считал, что мы должны создать свою, русскую агрономическую науку совместными усилиями ученых и практиков.

Многие идеи А. Н. Энгельгардта получили развитие в современных условиях, когда все изменения должны включать культурного, образованного человека как центральный фактор, тесный союз науки и практики, артельный принцип организации труда, соединение сельского хозяйства с перерабатывающей промышленностью.

Большое значение для развития научного земледелия принадлежит В. В. Докучаеву (1846—1903), создателю науки о почве. Он впервые установил, что почва — самостоятельное природное тело и

ее формированию способствуют процессы взаимодействия климата, рельефа, растительного и животного мира, почвообразующих пород и возраста страны. В. В. Докучаев дал первую в мире научную классификацию почв по их происхождению. Он много внимания уделял вопросам восстановления и повышения плодородия почв при помощи организации полезащитного лесонасаждения, регулирования водного режима и других приемов.

Однако взгляды В. В. Докучаева критиковали некоторые ученые, в том числе П. А. Костычев, К. А. Тимирязев и др. Основным недостатком учения В. В. Докучаева была слабая связь генетического почвоведения с изучением почвы как средства производства, то есть агрономическим почвоведением.

Это направление почвоведения успешно развивал П. А. Костычев (1845—1895). Он вскрыл сущность взаимосвязи между почвой и растениями, показал огромную роль деятельности человека в изменении этих связей. П. А. Костычев придавал большое значение агрофизическим свойствам почвы, ее структуре и строению. Он разработал ряд мер по улучшению этих свойств, установил роль растений и обработки почвы в улучшении физических свойств. П. А. Костычеву принадлежит заслуга в создании наиболее совершенной системы обработки почвы, направленной на борьбу с сорняками и регулирование водного режима.

В развитие земледельческой теории и практики крупный вклад внес И. А. Стебут (1833—1923). Он оказал заметное влияние на развитие науки, опытного дела, обучение кадров. Капитальным трудом И. А. Стебута является монография «Основы полевой культуры и меры к ее улучшению в России» (1873—1879). По результатам мирового и отечественного опыта, многочисленных исследований и обобщений автор обосновал экономику, организацию, технологию производства растениеводческих продуктов с учетом биологических требований культур и условий внешней среды.

И. А. Стебут был широко известен и как талантливый педагог. При жизни его называли патриархом агрономии. Обращаясь к слушателям, он говорил: «Изучайте природу, вас окружающую, изучайте почву, от которой вы ожидаете урожая...». И далее: «Не просите у меня рецептов. Не рецепты даю я вам, а также не копиистов хотел бы я видеть в вас, но прежде всего сознательно мыслящих людей, мастеров своего дела, горячо любящих свою профессию».

Великий русский химик Д. И. Менделеев (1834—1907) в научных изысканиях не ограничивался лишь химией, он занимался исследованиями по земледелию и животноводству, мелиорации и лесоводству, вопросами переработки продукции. Он считал, что современное сельское хозяйство начинается там, где создаются следующие условия: 1) имеются выгодные человеку породы животных и сорта растений; 2) осуществляется сбыт продукции на сторону в качестве товара; 3) развивается специализация; 4) неуклонно сокращается доля затрат физического труда за счет применения машин. Особое

внимание Д. И. Менделеев уделял интенсификации земледелия, применению удобрений, использованию питательных веществ подпахотных слоев почвы при помощи глубокой пахоты. Высокоэффективное земледелие возможно лишь на основе развитой промышленности, снабжающей сельское хозяйство машинами, орудиями, минеральными удобрениями. Д. И. Менделеев обосновал то, что сельское хозяйство нуждается в гораздо больших капиталах, чем любая другая отрасль народного хозяйства.

Важным этапом отечественной агрономии была организация сети опытных учреждений по сельскому хозяйству. Исключительно важную роль в этом деле сыграли выдающиеся ученые: Н. И. Вавилов, Д. И. Менделеев, К. А. Тимирязев, В. Р. Вильямс, Д. И. Прянишников, А. Г. Дояренко, Н. М. Тулайков и многие другие.

Всемирно известные работы К. А. Тимирязева (1843—1920) по фотосинтезу и физиологии растений позволили показать потенциальные возможности повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в земледелии. К. А. Тимирязев считал, что основной задачей земледелия является изучение требований растений и их удовлетворение при помощи различных приемов, которые должны быть направлены прежде всего на развитие растения в нужном для земледельца направлении. Он считал, что при объединении науки и практики возможно «вырастить два колоса, там где прежде рос один».

Одновременно К. А. Тимирязев предупреждал о том, что нигде, может быть, ни в какой другой деятельности не требуется взвешивать столько разнообразных сведений, нигде увлечение односторонней точкой зрения не может привести к такой крупной неудаче, как в земледелии.

Многое сделал для развития научной агрономии опытного дела в России А. Г. Дояренко (1874—1958). Его исследования о факторах жизни растений и их взаимосвязях, влиянии на них различных агроприемов, использовании растениями солнечной энергии сохранили свою актуальность и в наши дни. Изучение водно-воздушного и пищевого режимов почвы привело А. Г. Дояренко к выводу о решающей роли их в регулировании строения пахотного слоя почвы, и в первую очередь соотношения капиллярной и некапиллярной скважности. А. Г. Дояренко по-новому подошел к решению проблемы опытного дела в земледелии, он изучил характер пестроты полей, был начинателем курса по опытному делу. А. Г. Дояренко определил содержание курса земледелия, организационные формы и методы учебного процесса, разработанные им программы были направлены на пробуждение у студентов интереса к изучаемой дисциплине. Содержание и структура курса земледелия до настоящего времени мало изменились.

Выдающийся вклад в развитие отечественного земледелия и агрохимии внес Д. Н. Прянишников (1865—1948), разработавший теорию питания растений и методы повышения плодородия почвы,

особенно при помощи широкого применения минеральных удобрений. Он многое сделал для разработки физиологических основ современного научного земледелия и растениеводства. Основным вопросом исследований Д. Н. Прянишникова был азотный обмен у растений, в который он внес ясность и сделал важные обобщения. На основе этих обобщений в нашей стране стала развиваться азотная промышленность и применяться азотные и другие удобрения. Д. Н. Прянишников был активным пропагандистом интенсификации земледелия.

Существенным вкладом в теорию и практику отечественного земледелия являются труды В. Р. Вильямса (1863—1939). Большое внимание он уделял теории почвообразовательных процессов, сущности почвенного плодородия как фактора жизни растений. В. Р. Вильямс отмечал необходимость при возделывании сельскохозяйственных культур одновременного присутствия всех факторов их жизни и роста в целях максимального удовлетворения потребностей растений. Большой заслугой В. Р. Вильямса является то, что он первым сформулировал закон незаменимости и равнозначимости факторов жизни растений, имеющий определяющие значения в земледелии. Он разработал теоретические и практические основы травопольной системы земледелия. Однако ее использование повсеместно, во всех почвенно-климатических зонах, как универсального средства повышения плодородия почвы и урожаев сельскохозяйственных культур было большой ошибкой.

В истории развития научного земледелия следует отметить важность работ Н. М. Тулайкова (1875—1938) по сухому земледелию (в засушливых районах страны). С именем Н. М. Тулайкова связывают разработку теории мелкой обработки почвы, способствующей лучшему накоплению и сохранению влаги. Он первым заговорил о применении в засушливых районах севооборотов с короткой ротацией, заложил основы почвозащитного земледелия.

Теоретическими и практическими основами почвозащитного земледелия является глубина обработки почвы. Мелкие бесплужные обработки почвы в почвозащитном земледелии служили альтернативой глубокой вспашке, существовавшей долгое время основным видом обработки.

Активным пропагандистом мелких бесплужных обработок почвы в России был И. Е. Овсинский. Он отвергал глубокую обработку почвы плугом и признавал необходимость рыхления на 5—7,5 см для уничтожения сорных трав и заделки навоза. Для таких обработок впервые были сконструированы культиваторы с плоскорезными рабочими органами. Экспериментальная проверка системы мелкой пахоты в начале века выявила ее неэффективность, и поэтому она была отвергнута на долгие годы. Тем не менее агрономическая наука ищет пути замены плужной обработки почвы, уменьшения ее глубины и числа.

Идеи и направления большинства последователей Н. М. Тулай-

кова, например француза Жана, американца Фолкнера, немца Краузе и других, не смогли внедрить в производство неглубокие обработки из-за неизбежного нарастания засоренности полей, что снижало производительность труда. На относительно чистых от сорных растений полях мелкие поверхностные обработки способствуют возникновению лучших условий для роста культурных растений. Однако через несколько лет засоренность поля возрастает, и земледелец вынужден возвращаться к глубокой плужной вспашке.

Мощным импульсом для дальнейшего развития теории и практики почвозащитного земледелия послужили разработки Т. С. Мальцева, А. И. Бараева и современных ученых-аграрников — И. С. Шатилова, А. Н. Каштанова, М. И. Сидорова, В. Д. Паникова, И. П. Макарова, А. И. Пупониной, А. М. Лыкова, В. И. Кирюшина, С. А. Воробьева, С. С. Сдобникова, Д. И. Бурова, М. Н. Заславского и др.

Т. С. Мальцев (1895—1994) выдвинул идею о замене вспашки безотвальной обработкой почвы в районах Зауралья и Западной Сибири. Сущность принципиально новой системы обработки почвы заключается в чередовании по годам и полям глубокой безотвальной пахоты (25—27 см) с поверхностными обработками (10—12 см) в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах. Глубокую безотвальную вспашку проводят один раз в 3—5 лет.

А. И. Бараев (1908—1985) в начале 60-х годов сформулировал концепцию новой почвозащитной системы земледелия для зон ветровой эрозии почв и применил ее на практике. Суть ее заключалась в замене вспашки плоскорезной обработкой с сохранением на поверхности почвы стерни и освоении зернопаровых севооборотов с короткой (3—5 лет) ротацией вместо зернотравянопропашных с длинной ротацией (8—10 лет). Для этих целей были разработаны специальный комплекс противоэрозионной техники и новая технология возделывания сельскохозяйственных культур.

В 70—80-е годы были выработаны стратегические и практические основы интенсификации земледелия. В этот период был взят курс на интенсификацию земледелия на основе химизации, мелиорации, комплексной механизации, освоение методов программирования урожаев, внедрение интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Почвозащитная система находит свое практическое выражение в зональных системах земледелия и в ландшафтно-экологическом земледелии. Последнее служило альтернативой техногенному земледелию, где особое внимание обращали на технологию, технику и химию при минимальном учете природных факторов. Ландшафтно-экологическое земледелие предполагает биологизацию всех процессов, что фактически означает коренное изменение современного земледелия.

Современное земледелие — это наука о наиболее рациональном, экологически, экономически и технологически обоснованном ис-

пользовании земли, формировании высокоплодородных, с оптимальными показателями для возделывания культурных растений почв. Учение о плодородии почвы, его расширенном воспроизводстве и сохранении — основа получения высоких, устойчивых, хорошего качества урожаяв.

Земледелие как наука основывается на новейших теоретических достижениях важнейших фундаментальных научных дисциплин, таких, как почвоведение, физиология растений, землеустройство и землепользование, агрохимия, микробиология, растениеводство, биотехнология, агрометеорология, мелиорация, экология, экономика и др.

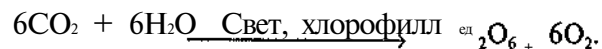
Глава 2

ФАКТОРЫ ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ И ЗАКОНЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

2.1. ТРЕБОВАНИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ К УСЛОВИЯМ ЖИЗНИ

Все живое на Земле своим существованием обязано растениям, этим удивительным творениям природы. Растения в результате своей жизнедеятельности создают органическое вещество, требуемое человеку в виде необходимых продуктов.

Органическое вещество растений и их урожай создаются из углерода, воды и минеральных солей почвы. Этот процесс осуществляется с помощью растений при участии энергии Солнца. Механизм образования простейших органических веществ (углеводов) можно представить следующей схемой:



Для нормальной жизнедеятельности и получения необходимой продукции требуется постоянный приток в оптимальных количествах тепла, света, воды, питательных веществ. В земледелии они получили название земных и космических факторов жизни растений. К *космическим факторам* относятся свет и тепло, к *земным* — вода, диоксид углерода, кислород, азот, фосфор, калий, кальций и многие другие элементы. В связи с этим основной задачей земледелия являются изучение требований растений и разработка практических приемов удовлетворения этих требований (К. А. Тимирязев). Требования к факторам жизни, т. е. количеству каждого из них, определяются многими условиями.

Космические факторы жизни растений в земледелии, по существу, не регулируются или регулируются незначительно. Земные факторы жизни растений, наоборот, удается регулировать и создавать оптимальные условия для роста и развития культурных растений.

Космические факторы жизни растений зависят от использова-

ния световой и тепловой энергии солнца. Солнечная радиация в решающей степени определяет климат Земли и зональные особенности. Климатические условия обуславливают возможность произрастания тех или иных растений. Кроме того, климат — один из факторов почвообразования, действующих и через почву, то есть косвенно на произрастающие растения. Почвенно-климатические условия в решающей степени определяют специализацию земледелия, местный характер производства, такой набор сельскохозяйственных культур, биологические особенности которых наиболее отвечают этим условиям и обеспечивают получение высоких стабильных урожаев хорошего качества.

Требования растений к свету. Рост и развитие растений зависят от интенсивности и спектрального состава света. Недостаток света приводит к голоданию и гибели растений, а избыточная освещенность — к угнетению и ожогам. Физиологическое воздействие света на растение происходит через фотосинтез, определяя его скорость. Поток солнечных лучей, богатых ультрафиолетом, оказывает бактерицидное действие на микрофлору.

Среди сельскохозяйственных растений широко распространен фотопериодизм, связанный с условиями освещения. К фотопериодическим реакциям относят наступление фаз роста и развития. По продолжительности освещения выделяют растения длинного дня (не менее 12ч), короткого (менее 12 ч) и нейтрального дня. В задачу земледельца входит повышение коэффициента использования физиологически активной радиации (ФАР).

Обычно в посевах коэффициенты использования ФАР являются сравнительно низкими и составляют 0,5—3 %. Используя различные приемы в технологиях возделывания сельскохозяйственных растений, коэффициент использования ФАР можно повысить в 2 и более раз.

Требования растений к теплообеспеченности и температурному режиму. В развитии растений, как отмечал К. А. Тимирязев, ведущую роль играет температурный фактор. В настоящее время имеются данные о потребности сельскохозяйственных растений в тепле за вегетационный период.

Культура	Сумма активных температур, °С
Яровая пшеница	1200-1700
Ячмень	950-1450
Овес	1000-1600
Просо	1400-1750
Кукуруза на зерно	2100-2900
» » силос	1800-2400
Картофель	1600
Сахарная свекла	2000
Лен	1500
Многолетние травы	900

Оценку потребности растений в тепле дают по сумме активных

температур (выше 10 °С) за период вегетации. Колебания потребности в тепле одних и тех же культур зависят от сорта. Каждое растение предъявляет определенные требования к теплу, меняющиеся на протяжении вегетации. Знание этих требований позволяет дать агроэкологическую оценку условиям выращивания и размещения культур с учетом агроландшафтов.

Особое значение имеет теплообеспеченность растений в начальные периоды жизни растений, т. е. при прорастании семян и появлении всходов. Знание требований растений к теплу позволяет правильно установить сроки посева, разработать приемы обработки почвы и меры борьбы с сорными растениями.

Требования растений к теплу определяют их холодо-, морозо- и жароустойчивость.

Требования растений к влагообеспеченности. Вода — важнейшее условие жизни растений. Она необходима для прорастания семян, служит составной частью синтезируемого органического вещества, средой для питательных веществ и биохимических процессов. *Оптимальная влажность* корнеобитаемого слоя почвы, при которой достигается максимальная интенсивность роста растений, изменяется в пределах 65—90 % наименьшей влагоемкости (НВ). Одним из показателей потребности растений в воде служит *транспирационный коэффициент*, т. е. количество воды, необходимое для создания единицы сухого вещества в растении.

Потребность растений в воде изменяется по фазам роста и развития сельскохозяйственных культур. Фазы, в которые растения требуют наибольшего количества воды, называются *критическими*.

Общий расход воды с 1 га (в м³ или в мм) называется *суммарным водопотреблением* возделываемой в данном поле сельскохозяйственной культуры, а расход на 1 т урожая — *коэффициентом водопотребления* (табл. 1). Коэффициент водопотребления имеет важное значение при расчете уровня возможной урожайности.

1. Коэффициенты водопотребления сельскохозяйственных культур для Нечерноземной зоны, м³/т сухой биомассы

Культура	Годы		
	влажные	средние	засушливые
Озимая пшеница	375-450	450-500	* 500-525
Озимая рожь	400-425	425-450	450-550
Яровая пшеница	350-400	400-465	485-500
Ячмень	375-425	435-500	470-530
Овес	435-480	500-550	530-590
Кукуруза	174-250	250-350	350-460
Картофель	165-300	450-500	550-660
Свекла	240-300	310-350	350-400
Лен	240-250	300-310	370-380
Многолетние травы	500-550	600-650	700-750

Требования растений к элементам питания. В растениях из простых органических соединений и минеральных веществ образуются

сложные органические продукты. Они состоят из углерода, кислорода, водорода, азота и многих минеральных элементов. На долю первых трех элементов приходится 94 % сухого вещества растений, причем углерод по массе составляет в сухом веществе в среднем 45 %, кислород — 42 и водород — 7 %. Оставшиеся 6 % сухой массы урожая приходятся на долю азота и зольных элементов. Все наземные растения ежегодно извлекают из атмосферы около 20 млрд т углерода в форме СО₂ (1300 кг/га).

О потреблении минеральных веществ накоплен большой фактический материал. В растениях обнаружены практически все известные химические элементы, доказано участие 27 из них в процессах обмена, 15 признаны необходимыми для нормального роста и развития растений.

Земледелец активно вмешивается в круговорот веществ в почве, используя такие факторы и приемы, как удобрения, современные технологии, мелиорацию земель, различные виды и сорта сельскохозяйственных растений, оказывая существенное влияние на почвенные процессы.

Почва может лучше или хуже передавать растениям имеющиеся в ней питательные вещества. В экстенсивном земледелии, как известно, почва была единственным источником воды и питательных веществ. Длительность и эффективность использования почвы определялись ее естественным плодородием. Как только почва переставала обеспечивать растения в достаточной степени земными факторами жизни, ее исключали из обработки и предоставляли действию природных процессов (залежная и переложная системы земледелия).

В интенсивном земледелии все большее значение приобретает трансформационная функция почвы, т. е. ее способность передавать растениям внесенные извне элементы питания и воду. Кроме того, к фитосанитарному состоянию и технологическим свойствам почвы предъявляют повышенные требования. По мере интенсификации земледелия трансформационная функция той или иной почвы, обусловленная природными факторами почвообразования, в ряде случаев оказывается недостаточной. Возникает необходимость улучшения всего комплекса почвенных свойств, расширенного воспроизводства ее плодородия. Возможность такого преобразования почвы заложена в ее природе как возобновляемого природного ресурса. Однако при неправильном использовании почва может утратить плодородие.

2.2. ЗАКОНЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Действие и взаимодействие факторов жизни растений в процессе их роста и развития необычайно сложны и многообразны. В течение длительного времени это является предметом изучения биологических и агрономических наук. Результаты большого количества

опытов, их обработка и тщательный логический анализ позволили сформулировать ряд законов. В агрономической науке они известны как *законы земледелия*. Эти законы являются теоретической и практической основой растениеводства.

Закон равнозначимости и незаменимости факторов жизни растений. Он гласит, что все факторы жизни растений абсолютно равнозначимы и незаменимы. Согласно этому закону для роста и развития растений должен быть обеспечен приток всех факторов жизни растений — космических и земных. Растение может нуждаться как в больших, так и в ничтожно малых количествах факторов, однако отсутствие любого из них ведет к резкому снижению урожая и даже гибели растений. В этом проявляется *абсолютный характер закона*.

Ни один фактор нельзя заменить другим. Например, недостаток фосфора нельзя заменить избытком азота, а ограниченное поступление света восполнить лучшим обеспечением растений водой и т.д.

На практике получить максимально высокий урожай можно только при бесперебойном снабжении растений всеми факторами в оптимальном количестве. Однако в конкретных условиях производства закон равнозначимости и незаменимости факторов жизни растений приобретает *относительное значение* вследствие неодинаковых затрат на обеспечение растений разными факторами. Это связано как с абсолютной потребностью растений в факторе, так и с его наличием в данной почве, в данном регионе, с материально-техническими возможностями производства и т. д.

Закон равнозначимости и незаменимости факторов жизни растений подчеркивает материальность земледельческого производства, не позволяет надеяться на «чудодейственные» рецепты получения урожая без материальных затрат или затрат в «гомеопатических дозах».

Закон минимума. Он утверждает, что величина урожая определяется фактором, находящимся в минимуме.

Впервые этот закон сформулировал Ю. Либих. Он считал, что рост урожая прямо пропорционален увеличению количества фактора, находящегося в минимуме, то есть

$$Y = AX,$$

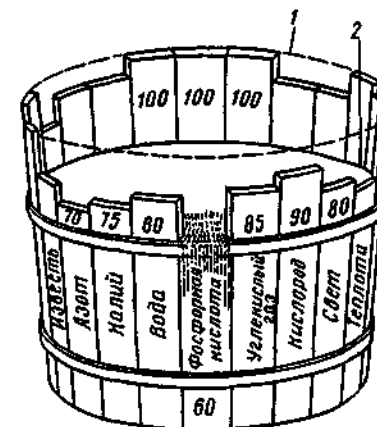
где Y — урожай; X — напряжение фактора; A — коэффициент пропорциональности для данного фактора.

Для наглядной демонстрации закона минимума использовали так называемую «бочку Добенека», клепки которой условно обозначают отдельные факторы жизни растений. Они неодинаковы по высоте, каждая соответствует наличию определенного фактора (рис. 1).

Пунктиром показан максимально возможный урожай растений при оптимальном наличии всех факторов (бочка заполнена до вер-

Рис. 1. Графическое изображение закона минимума:

/ — максимально возможный урожай; 2 — фактический урожай



ху). Однако фактический урожай определяется высотой самой низкой клепки, т. е. количеством фактора, находящегося в минимуме. Если заменить данную клепку, то уровень воды в бочке (урожай растений) будет определять другая клепка, которая при изменившихся условиях окажется минимальной по высоте.

Кажущаяся простота и очевидность действия закона минимума, однако, требуют уточнения. Некоторые исследователи выявили относительный характер этого закона. А. Майер показал, что закон минимума необходимо принимать с учетом действия не только питательных веществ растений, но и всей совокупности факторов жизни. Э. Вольни распространил закон минимума и на качество урожая, установив зависимость действия отдельного фактора от всей совокупности других факторов. Ю. Либих был вынужден признать понижающийся эффект каждого увеличения отдельно взятого фактора.

Закон минимума, оптимума, максимума. Для демонстрации закона минимума, оптимума и максимума широко используют данные опыта, проведенного Гельригелем и неоднократно подтвержденного другими исследователями (рис. 2).

В этом опыте растения ячменя выращивали в стеклянных сосудах, заполненных одной и той же плодородной почвой. Все условия выращивания растений, кроме влажности почвы в сосудах, были одинаковыми. Влажность почвы определяли по полной влагоемкости, которая соответствовала уровню влажности 100 %. В каждом из 8 сосудов влажность была различной и составляла 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80 и 100 %.

После окончания опыта урожайность в зависимости от влаж-

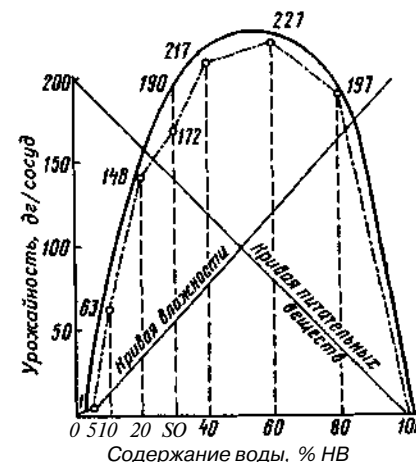


Рис. 2. Изменение урожайности растений в зависимости от содержания влаги в почве

ности почвы распределялась следующим образом:

Влажность почвы, % ПВ	5	10	20	30	40	60	80	100
Урожайность, дг сухого вещества на сосуд	1	63	146	176	217	227	197	0

Как следует из данных, полученных в опыте Гельригеля, максимальный урожай ячменя соответствует оптимальной влажности почвы в сосуде (60 % ПВ). Минимум и максимум фактора (количества влаги) не обеспечили получение урожая. Если рассчитать разницу в увеличении урожая на каждую последующую градацию влажности и отнести ее к единице влажности, то в опыте получаем прогрессивное уменьшение прибавки урожая от каждой последовательной прибавки влажности при соблюдении в неизменности всех других условий опыта. Указанное относительное снижение эффекта было принято за закон (закон Тюнена), которому якобы подчиняются все мероприятия в сельскохозяйственном производстве.

Анализ данных опыта Гельригеля, проведенный В. Р. Вильямсом, показал, что приведенная закономерность отражает лишь частный случай. В опыте Гельригеля не соблюдено условие единственного логического различия — важнейшего требования агрономического эксперимента. При разной влажности почвы условия питания растений, накопление и потребление из почвы минеральных веществ были неодинаковыми. Условия влажности неразрывно связаны с состоянием окислительно-восстановительных условий в почве, а следовательно, существенно влияют на биохимические процессы в почве.

Опыт Гельригеля не достоверен по существу, а выводы из него ошибочны. Это подтверждают данные и другого известного опыта Э. Вольни. В нем условия такие же, как и в опыте Гельригеля, с той лишь разницей, что почва получала удобрение, не поддающееся восстановлению в условиях анаэробнозиса. Результаты опыта представлены следующими показателями:

Влажность почвы, % ПВ	10	20	40	60	80	100
Урожайность, дг/сосуд	13	35	112	212	122	32
Разница между последующим и предыдущим показателями, дг/сосуд	22	77	100	-90	-90	
Разница на градацию влажности (%), дг/сосуд	22	39	50	-45	-45	

Полученные экспериментальные данные отражают совершенно иное направление кривой урожая в опыте по сравнению с кривой Гельригеля. Увеличение влажности почвы в опыте вызывает не прогрессивное уменьшение прибавки урожая, а, наоборот, прогрессивное увеличение на единицу увеличивающейся влажности.

Опыт Э. Вольни, по мнению В. Р. Вильямса, также имел методические упущения. В дальнейшем Э. Вольни предпринял новую попытку разобраться в сложном взаимодействии факторов жизни растений.

В новом, многофакторном опыте яровую рожь выращивали в трех рядах стеклянных сосудов. В ряду было четыре сосуда, в трех сосудах каждого ряда находилась неудобренная почва с изменяющейся влажностью — 20, 40 и 60 % ПВ. В четвертом сосуде в почву (влажность 60 % ПВ) добавляли полное удобрение, по количеству и формам достаточное для получения очень высокого урожая. Освещение каждого из трех рядов сосудов было различным. Урожайность надземной массы представлена в таблице 2.

2. Урожайность надземной массы яровой ржи в зависимости от условий выращивания

Показатель	Урожайность, дг/сосуд			
	без удобрений		с удобрениями	
Влажность почвы, % ПВ	20	40	60	60
Освещение				
сильное	ПО	320	403	584
среднее	95	218	274	350
слабое	88	185	208	223

На рисунке 3 графически показаны результаты опыта. Кривая урожайности ржи имеет двоякое направление. В сосудах с неудобренной почвой по мере увеличения влажности от 20 до 60 % ПВ рост урожайности примерно такой же, как в опыте Гельригеля. Удобрение обусловило резкое повышение урожайности в сосудах с 60%-ной влажностью почвы.

По мере введения в опыт нового фактора — освещения — эффективность удобрения прогрессивно возрастает. Если соединить на графике урожайность всех вариантов с удобрениями при разном освещении, то общая кривая при взаимодействии трех факторов (влажности, удобрения и освещенности) отражает значительное увеличение урожайности по мере включения в систему новых факторов. Закон Тюнена в данном опыте не получил никакого подтверждения.

Закон совокупного действия факторов жизни растений. Все факторы жизни растений действуют совокупно,

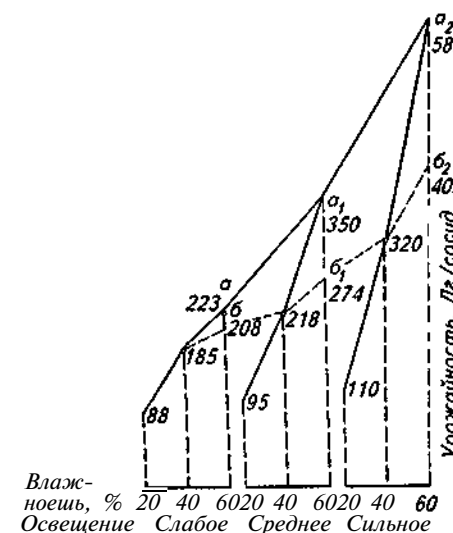


Рис. 3. Зависимость урожайности от факторов роста: освещения, влажности, удобрения (а, а₁, а₂ — почва удобрена; б, б₁, б₂ — не удобрена)

т. е. взаимодействуют в процессе роста и развития растений. Либшер и Люндегорд показали, что в связи с законом совокупного действия факторов действие отдельного фактора, находящегося в минимуме, тем интенсивнее, чем больше других факторов находится в оптимуме (см. рис. 3).

Люндегорд установил также «интерференцию» факторов, находящихся в минимуме, совмещение их отрицательного действия на рост и развитие растений. Ряд исследователей, руководствуясь законом совокупного действия факторов, пытались в математической форме установить зависимость урожая от факторов жизни растений. Наибольших успехов в этом направлении достиг Э. Митчерлих.

Закон действия факторов жизни растений, по Э. Митчерлиху, гласит, что прибавка урожая зависит от каждого фактора роста и его интенсивности, она пропорциональна разнице между возможным максимальным и действительно полученным урожаем. Он попытался математически выразить зависимость прибавки урожая от удобрения почвы.

Э. Митчерлих экспериментально вывел следующие коэффициенты использования отдельных факторов жизни: N — 0,2, P₂O₅ — 0,6, K₂O — 0,4, Mg — 2,0 на 1 мм осадков.

На рисунке 4 графически показаны кривые эффективности NPK. На графике видно, что с увеличением другого фактора (Z) кривые идут выше.

Последующими исследованиями было установлено, что формула Э. Митчерлиха не универсальна, так как сложные биологические процессы создания урожая не описываются математическими формулами. Тренель вскоре показал, что она, кроме того, неверна и математически.

Несмотря на трудности математического выражения закона

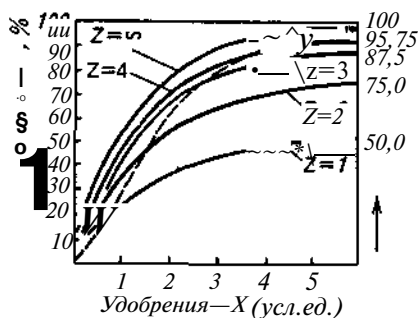


Рис. 4. Изменение урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от удобрения и других благоприятных факторов роста растений (г): света, воды, тепла и т. д.

совокупного действия факторов, закон этот имеет огромное значение для практики земледелия. В этой связи В. Р. Вильямс указывал, что прогресс возможен лишь, когда наше воздействие на условия, в которых протекает это сложное производство, направлено одновременно на весь их комплекс. Этот комплекс условий представляет одно органическое целое, все элементы которого неразрывно связаны. Воздействие на один из этих элементов неминуемо влечет за собой необходимость воздействия на все остальное.

Закон возврата. Вещество и энергия, отчужденные из почвы с урожаем, должны быть компенсированы (возвращены в почву) с определенной степенью превышения. Этот закон был открыт Ю. Либихом.

К. А. Тимирязев и Д. Н. Прянишников считали этот закон одним из величайших приобретений науки.

Земледелие как отрасль производства материально по своей природе. Урожай как материальная субстанция создается из материальных составных частей, определенная часть его — за счет веществ и энергии, получаемых растениями из почвы. Кроме того, почва — посредник растений в обеспечении их факторами жизни, среда их произрастания.

При систематическом отчуждении урожая с полей без компенсации использованных им составных частей почвы и энергии почва разрушается, теряет плодородие.

При компенсации выноса веществ и энергии из почвы последняя сохраняет свое плодородие; при компенсации веществ и энергии с определенной степенью превышения происходит улучшение почвы, расширенное воспроизводство ее плодородия.

Закон возврата — научная основа воспроизводства почвенного плодородия, частный случай проявления всеобщего закона сохранения веществ и энергии.

Действие законов проявляется и учитывается в научно обоснованных системах земледелия. В настоящее время разрабатывают и осваивают адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Адаптивно-ландшафтной системой земледелия считается система использования земли определенной агроэкологической группы, ориентированная на производство продукции экономически и экологически обусловленных количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия. Освоение систем земледелия будет сопровождаться освоением технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Технологии должны быть адаптированы к природным условиям, различным уровням интенсификации производства, формам хозяйствования и т. д.

Методология формирования технологий должна базироваться на законах земледелия. В различных почвенно-климатических условиях при разных специализации и уровне интенсификации производства, руководствуясь законом минимума, находят и устраняют факторы, лимитирующие урожайность культуры и качество продукции. Значимость тех или иных факторов проявляется по мере интенсификации производства; с устранением одних повышается роль других. При постоянном отчуждении урожая с поля возникает необходимость возврата питательных веществ. При компенсации выноса веществ по закону возврата можно создавать условия для

улучшения почвы, ее расширенного воспроизводства, когда возврат веществ превышает вынос.

Соблюдение и выполнение законов земледелия. Действие законов основано на методологии использования системного метода. Ценность системного метода заключается в том, что он позволяет направленно влиять на процессы формирования урожая и плодородия почвы. При этом создается возможность быстро находить технологические решения, исключая одностороннее необоснованное увлечение какими-либо отдельными приемами. Еще К. А. Тимирязев отмечал, что одностороннее увлечение какой-либо идеей, точкой зрения нигде не может принести большего вреда, чем в земледелии. Для того чтобы принимаемые решения были близки к оптимальным, необходимо иметь достаточно достоверные представления о всех возможных прямых и косвенных, близких и отдаленных факторах, связанных с урожайностью культур и качеством продукции, плодородием почвы, экологическими последствиями и охраной окружающей среды.

В практике сельскохозяйственного производства достаточно примеров в области земледелия, когда при несоблюдении и нарушении законов земледелия не получали положительных результатов. К ним следует отнести необоснованную мелиорацию, химизацию, интенсивные технологии, реформирование АПК. Взятые без учета взаимных, системных связей факторы и приемы казались вполне обоснованными, крайне необходимыми, экологически оправданными, а в итоге часто приводили к отрицательным результатам функционирования сельскохозяйственного производства.

Кроме того, необходимо учитывать, что состояние сельского хозяйства оказывает огромное влияние на все стороны жизни общества и страны в целом. Следует напомнить о продовольственной независимости и о самообеспечении продуктами питания.

Законы земледелия проявляются в условиях производства во всеобщем законе сохранения вещества и энергии, в системе человек — природа. Попытки решить вопросы без научного обоснования, обойти или игнорировать объективные экономические и природные законы всегда заканчивались неудачно.

Глава 3

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ЖИЗНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

По составу почва представляет собой трехфазную гомогенную систему, состоящую из твердой, жидкой и газообразной фаз; минеральная и органическая части (твердая фаза) представляют скелет почвы. Между твердыми частицами находятся поры, которые заполнены водой или воздухом. Сравнительные объемы компонентов

почвы представлены на рисунке 5. В зависимости от складывающегося соотношения твердой, жидкой и газообразной фаз определяется режим обеспеченности выращиваемых растений земными факторами жизни. Земледелец, изменяя соотношения между фазами, всегда пытался создать оптимальные условия для растений. В зависимости от типа почвы эти соотношения могут быть различными. Оптимальным условно считается соотношение (2:1:1), когда твердая фаза занимает 50 %, а жидкая и газообразная — по 25 % (см. рис. 5). Целенаправленно изменяя соотношение объемов твердой, жидкой, газообразной фаз путем обработки почвы и других приемов, можно создавать необходимые условия для водного, воздушного, пищевого, теплового режимов и обеспечивать растения требуемыми факторами жизни.

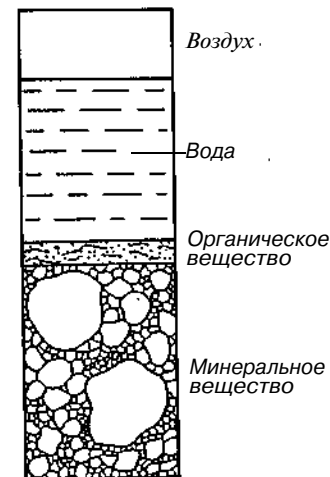


Рис. 5. Сравнительные объемы компонентов почвы в пахотном слое

3.1. ВОДНЫЙ РЕЖИМ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ

Вода — земной фактор жизни растений; в почве представляет собой жидкую фазу, или *почвенный раствор*. Попадая в почву различными способами (с осадками, из грунтовых вод по капиллярам, при конденсации водяных паров и т. д.), вода претерпевает определенные изменения: с одной стороны, включает в себя находящиеся в почве различные водорастворимые соединения, а с другой — теряет поглощаемые почвой вещества. Часть поступающей в почву воды теряется (просачивается вглубь, стекает, испаряется), другая часть удерживается почвой; она и представляет собой почвенный раствор, характеризующийся рядом показателей (рН, наличие водорастворимых органических соединений и питательных веществ, солей и др.).

Вода имеет огромное значение для жизнедеятельности растений, микробов и других организмов. Г. Н. Высоцкий, подчеркивая исключительно важное значение воды в почве, сравнивал ее роль с ролью крови для живых организмов.

Почвенная влага служит и в качестве терморегулятора, влияя на тепловой баланс и режим почвы.

Влажность почвы воздействует на агрофизические свойства: плотность, липкость, способность к крошению и образованию агрегатов — спелость почвы.

Вода в почве во многом определяет уровень эффективного плодородия. Почвенный раствор, имея определенную реакцию (кис-

лую, нейтральную, щелочную), содержит питательные вещества и различные соединения (благоприятные или токсичные для растений), оказывает непосредственное влияние на продуктивность выращиваемых сельскохозяйственных культур, их урожайность.

Вода необходима растению во все периоды жизни: потребность в ней только для прорастания семян составляет 0—100 % их массы, в дальнейшем на образование 1 г сухого органического вещества растениям требуется от 200 до 1000 г воды.

Период наибольшей потребности растений в воде называют *критическим*. Для большинства зерновых культур это стадия выход в трубку — колошение, для кукурузы — цветение — молочная спелость, картофеля — цветение — клубнеобразование. Растения при недостатке воды резко снижают продуктивность в период образования репродуктивных органов.

В то же время избыток влаги в почве, когда влажность превышает наименьшую полевую влагемкость (НВ), угнетает рост и развитие растений. Различные растения по-разному переносят переувлажнение.

Почвенная влага в зависимости от характера связи между молекулами воды, твердой и газовой фазами почвы характеризуется разной подвижностью и неодинаковыми свойствами.

По физическому состоянию различают три формы (категории) почвенной воды: твердую, жидкую и парообразную; по характеру связи с твердой фазой и степени подвижности воды — шесть: химически связанную, твердую, парообразную, прочносвязанную и рыхлосвязанную (капиллярная и гравитационная) (рис. 6).

Химически связанная вода. Характеризуется неподвижностью, высокой прочностью связей, неспособностью растворять, включает конституционную (гидратную) и кристаллизационную (кристалло-гидратную) воду, входит в состав твердой фазы почвы.

Химически связанная вода растениям недоступна.

Твердая вода. Образуется в почве в форме льда при ее промерзании в осенне-зимний период (сезонное промерзание) или сохраняется на определенной глубине в промерзшей толще почвогрунта, не

оттаивая даже летом (вечная, многолетняя мерзлота). Твердая вода в почве, способная таять и испаряться, представляет собой потенциальный источник жидкой и парообразной воды.

Твердая вода неподвижна, растениям недоступна.

Парообразная вода. Содержится в виде водяного пара в почвенном воздухе, насыщая его нередко до 100 %. Она передвигается с мест с большим давлением в места с меньшим давлением водяных паров, а также с током воздуха.

Парообразная влага в снабжении растений водой практически значения не имеет.

Перенос воды в форме пара может осуществляться по пустотам вокруг корней, которые оттягивают влагу из окружающего почвенного пространства, что имеет значение для уплотненных посевов.

При понижении температуры парообразная вода, конденсируясь, может переходить в жидкую, которая становится доступной для растений.

Прочносвязанная вода. Это первая форма физически связанной, или сорбированной, воды, называемой *гигроскопической водой*. Она образуется в результате сорбции почвенными (преимущественно коллоидными) частицами водяных паров из воздуха. Эту способность почвы называют *гигроскопичностью*.

Гигроскопическая вода покрывает почвенные частицы тонкой пленкой, состоящей из 1—3 слоев молекул. Молекулы воды, сорбированные почвой, являясь диполями, находятся в строго ориентированном положении. Гигроскопическая вода отличается особыми свойствами: она замерзает при температуре $-4...-7^{\circ}\text{C}$, не растворяет растворимые в свободной воде вещества, характеризуется повышенной плотностью (1,5—1,8 г/см³) и вязкостью, недоступна растениям.

Максимальное количество гигроскопической воды, которое может поглотить и удержать почва, будучи помещенной в атмосферу, насыщенную водяными парами (около 96—98 %), называется *максимальной гигроскопичностью* (МГ). Величина МГ позволяет определить обеспеченность растений водой. Обычно полуротная — двойная максимальная гигроскопичность соответствует влажности *устойчивого завядания растений* (ВЗ), или «мертвому запасу» воды в почве, и учитывается при расчете запасов продуктивной влаги и норм полива. Для расчета влажности и устойчивого завядания растений по величине МГ применяют коэффициент 1,34.

Рыхлосвязанная вода. Это вторая форма физически связанной, или сорбированной, воды, называемая *пленочной водой*. Она образуется в результате дополнительной (к МГ) сорбции молекул воды при соприкосновении твердых коллоидных частиц почвы с жидкой водой. Это происходит потому, что почвенные частицы, сорбирующие максимальное количество молекул гигроскопической воды (из водяного пара), полностью не насыщаются и способны еще удержать несколько слоев ориентированных молекул воды, образу-

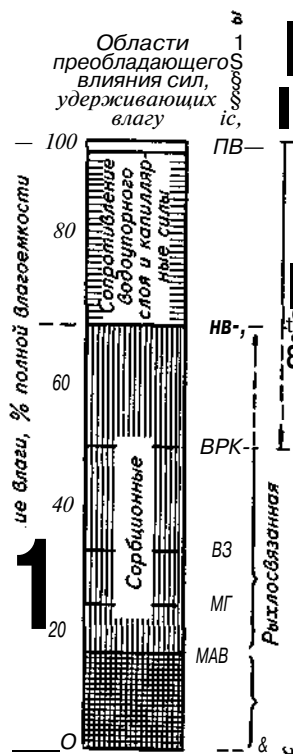


Рис. 6. Категории (формы) почвенной воды и почвенно-гидрологические константы (по Роде)

ющих водную пленку. Пленочная, или рыхлосвязанная, вода слабо-подвижна, растениям малодоступна.

Капиллярная вода. В капельно-жидком состоянии она находится в капиллярах почвы, доступна растениям. Это наиболее благоприятная для растений форма почвенной влаги. Различают капиллярно-подвешенную и капиллярно-подпертую воду. *Капиллярно-подвешенная* вода образуется при увлажнении почвы с поверхности (дождевая вода, талые воды, оросительные), *капиллярно-подпертая* — при поступлении воды снизу, т. е. при подъеме воды по капиллярам от грунтовых вод. Под слоем почвы, увлажненным капиллярно-подвешенной водой, и над слоем почвы, увлажненным капиллярно-подпертой водой, находится слой сухой почвы. Зона (слой) над зеркалом грунтовых вод, насыщенная капиллярно-подпертой водой, называется *капиллярной каймой*.

Подъем грунтовой воды по капиллярам тем выше, чем тоньше капилляры. Менисковые силы, вызывающие подъем воды, начинают проявляться при диаметре пор < 8 мм.

Максимальное количество капиллярно-подвешенной воды, которое остается в почве после стекания избыточной свободной воды, называется *наименьшей влагоемкостью* (НВ).

Оптимальная влажность почвы соответствует 70—100 % НВ.

Разность между величиной НВ и фактической влажностью почвы называют *дефицитом влаги в почве* и широко используют в земледелии.

Гравитационная вода. Занимает все крупные некапиллярные промежутки между агрегатами в почве, вытесняя воздух. Передвигается свободно под действием силы тяжести (гравитации).

Максимальное количество гравитационной воды, которое может вместить почва при заполнении всех пустот, называется *полной влагоемкостью* (ПВ).

При полном заполнении почвы водой, т. е. при значении влажности почвы, соответствующем ПВ, в почве содержится максимальное количество воды, включающее гигроскопическую, пленочную, капиллярную и гравитационную формы. Величина ПВ практически равна порозности (скважности) почвы и колеблется от 20—40 до 50—60 %, иногда достигая 80 %.

Способность почвы к устойчивому обеспечению растений водой зависит от водных свойств почвы. К водным свойствам почвы относятся прежде всего водоудерживающая способность, влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность, потенциал почвенной воды, сосущая сила почвы.

Свойство почвы поглощать и удерживать воду в своем профиле, противодействуя стеканию ее под действием силы тяжести, называется *водоудерживающей способностью*.

Основными силами, удерживающими воду в почве, являются сорбционные и капиллярные. Количественно водоудерживающая способность представляет влагоемкость.

Влагоемкость почвы — это максимальное количество той или иной формы (категории) почвенной воды, удерживаемое соответствующими силами в почве.

Водопроницаемость почвы — это свойство почвы впитывать и пропускать через свой профиль поступающую с поверхности воду. Водопроницаемость зависит от гранулометрического состава, структуры почвы, плотности, степени увлажнения.

Свойство почвы обеспечивать восходящее передвижение содержащейся в ней воды под воздействием капиллярных сил называется *водоподъемной способностью*.

В земледелии особое значение имеют закономерности и особенности водного режима.

Совокупность протекающих в почве процессов поступления, передвижения, сохранения и потери воды называется *водным режимом почв*. Каждый из этих процессов в отдельности выступает как элемент водного режима. Количественно приход воды в почву и расход ее представляют *водный баланс*, а количественно выраженные элементы водного режима являются соответственно элементами водного баланса.

Общее уравнение водного баланса почвы:

$$B_0 + B_{\text{ос}} + B_{\text{пр}} + B_{\text{г}} + B_{\text{к}} + B_{\text{пр}} + B_6 = B_{\text{ма}} + B_{\text{т}} + B_{\text{н}} + B_{\text{ис}} + B_{\text{ос}} + B_{\text{и}}$$

где B_0 — начальный запас воды в почве; $B_{\text{ос}}$ — сумма атмосферных осадков за исследуемый период; $B_{\text{пр}}$ — количество воды, поступившей с поливом (если есть орошение); $B_{\text{г}}$ — количество воды, поступившей в почву из грунтовых вод; $B_{\text{к}}$ — количество воды, поступившей в почву в результате конденсации из водяных паров; $B_{\text{пр}}$ — количество воды, поступившей в почву в результате притока по поверхности; B_6 — количество воды, поступившей в почву с внутрипочвенным боковым притоком; $B_{\text{ис}}$ — физическое испарение, количество воды, испарившейся с поверхности почвы за период исследований; $B_{\text{т}}$ — десукция, количество воды, израсходованной на транспирацию; $B_{\text{н}}$ — количество воды, потерянной в результате инфильтрации в толщу почвогрунта; $B_{\text{ис}}$ — количество воды, потерянной в результате поверхностного стока; $B_{\text{ос}}$ — количество воды, потерянной в результате бокового внутрипочвенного стока; $B_{\text{и}}$ — конечный запас воды в почве (в конце периода исследований).

Запасы воды в почве (в м³/га или в мм водяного слоя):

$$B = a d v h,$$

где B — запас воды, м³/га для слоя h ; a — полевая влажность, %; d — плотность почвы, г/см³; h — мощность слоя, см.

Водный режим почв формируется под влиянием ряда факторов, основные из которых климат, рельеф, водно-физические свойства почвогрунтов, условия водного питания. Особое влияние на водный режим почв оказывает хозяйственная деятельность человека. Специфику формирования водных режимов зональных типов почв определяют прежде всего количество атмосферных осадков и температурный режим.

В зависимости от количества атмосферных осадков и их испарения выделяются шесть (по Высоцкому — Роде) типов водного режима. (Схемы некоторых типов водного режима представлены на рисунке 7.)

Мерзлотный тип. Характерен для территорий распространения многолетней (вечной) мерзлоты. Служащая водоупором вечная мерзлота обуславливает переувлажнение верхнего сезонно оттаивающего «деятельного» слоя, что приводит к оглеению почвы. Поэтому все тундровые почвы оглеены.

Промывной тип. Характерен для территорий с преобладанием годовой суммы осадков над испарением, что обуславливает господство в почве нисходящих токов воды (таежно-лесная зона, полесье, влажные субтропики и тропики). В годовом цикле влагооборота этих зон весной и осенью (или во влажный период) отмечается сквозное промачивание почв и материнских горных пород до грунтовых вод. В условиях такого интенсивного промыва происходит вынос продуктов почвообразования за пределы почвенного профиля и формирование почв подзолистого типа почвообразования.

Периодически промывной тип. Характерен для территорий, где годовые величины осадков и испарения примерно равны. Чередование влажных и сухих лет обуславливает чередование промывного (сквозное промывание почвогрунта) и непромывного (ограниченное промачивание) типов водного режима. При этом сквозное промачивание может происходить один раз в 10 и более лет. Периодически промывной тип водного режима способствует формированию серых лесных почв, оподзоленных и выщелоченных черноземов лесостепной зоны.

Непромывной тип. Характерен для территорий, где годовая величина осадков меньше, чем испарения, и атмосферные воды не дос-

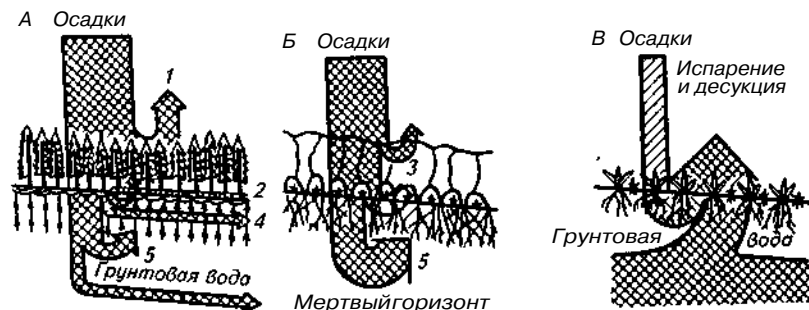


Рис. 7. Схема водного баланса при промывном (А), непромывном (Б) и выпотном (В) типах водного режима (по Роде):

1 — испарение с растительной поверхности, 2 — поверхностный сток, 3 — испарение с поверхности почвы, 4 — внутрипочвенный сток, 5 — десукция

тигают грунтовых вод. Промачивание толщи почвогрунта достигает 4 м в черноземах степи и 1 м в бурых и серо-бурых почвах полупустынь и пустынь. Между верхним увлажненным слоем и грунтовыми водами расположен слой с влажностью, близкой к величине влажности завядания.

Выпотной тип. Характерен для территорий с непромывным типом при условии близкого залегания грунтовых вод. В этом случае (особенно для зоны полупустынь и пустынь) происходят интенсивное поднятие влаги по капиллярам от грунтовых вод к поверхности почвы и ее испарение. При минерализации грунтовых вод формируются засоленные (преимущественно солончаковые) и солонцеватые почвы.

Ирригационный тип. Характерен для искусственно орошаемых территорий. Складывающийся годовой водный режим при ирригации нестабилен и может различаться во времени: промывной, непромывной и даже выпотной с господством нисходящих и восходящих токов воды в зависимости от вида, интенсивности и сроков орошения.

Ирригация и осушение — наиболее интенсивные приемы регулирования водного режима почв.

Практика регулирования водного режима, как и само земледелие, имеет давнюю историю и основывается на учете почвенно-климатических условий территории и биологических особенностей возделываемых культур. При этом используют агротехнические, агрономелиоративные, гидромелиоративные, лесомелиоративные и другие приемы или их сочетания с целью регулирования водного режима.

Для условий сухих степей и пустынной зоны основной прием — орошение.

Для зоны с неустойчивым увлажнением крайне важны накопление и сохранение влаги. Это осуществляют при помощи снегозадержания и задержания талых вод (кулисные посевы, обработка поперек склона, прерывистое бороздование, щелевание и др.), сохранения влаги почвы (поверхностное рыхление, боронование, мульчирование и др.). Большое значение в регулировании водного режима имеют полезавитные лесные полосы, введение чистых паров, а также прикатывание почвы для подтягивания влаги к поверхности.

В зонах достаточного и избыточного увлажнений со слабодренированными территориями основной прием — удаление избытка воды. Для его осуществления необходимы устройство дренажной сети (открытой или закрытой), гребневание, нивелировка микро- и мезопонижений и т. д. Создание сети открытых или закрытых дрен позволяет не только осушать территорию от избытка воды, но и регулировать водный режим, подавая по дренам воду на поля.

При регулировании водного режима почв наиболее эффективен весь комплекс мер по повышению почвенного плодородия и увели-

чению урожайности сельскохозяйственных культур, включая наряду с гидромелиоративными приемами агрохимические, фитомелиоративные и др.

3.2. ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ

От воздушного режима почвы в большой степени зависит продуктивность растений. Почвенный воздух, его состав и газообмен между почвой и приземным слоем атмосферы относятся также к земным факторам жизни растений.

В. И. Вернадский подчеркивал, что почва, взятая без газов, не есть почва, и, говоря о значении биохимических процессов в почвах, о значении почвы в области биосферы, мы скрыто указываем на главенствующую роль газов в почвенных процессах.

Газообразная фаза почвы включает почвенный воздух и парообразную влагу. Доля ее в общей массе почвы зависит от типа почвы, ее структуры и физико-механических свойств. Основной компонент газообразной фазы — почвенный воздух. Он занимает все поры почвы, свободные от воды. Поэтому количество его в почве зависит от пористости и влажности почвы. Оптимальное содержание воздуха в пахотном слое для зерновых культур 15–20 %, пропашных — 20–30, многолетних трав — 17–21 % от общей пористости.

Чем больше пористость и меньше влажность почвы, тем больше в ней воздуха. Важнейшие факторы воздушного режима почвы — воздухоемкость и воздухопроницаемость.

Воздухоемкость — это та часть объема почвы, которая занята воздухом при данной влажности. Влажность и пористость почвы постоянно изменяются, поэтому и воздухоемкость — величина переменная.

Воздухопроницаемость — способность почвы пропускать через себя воздух. Воздухопроницаемость — неперенное условие для осуществления газообмена между почвой и атмосферным воздухом.

Почвенный воздух по составу существенно отличается от атмосферного. Основные компоненты атмосферного воздуха — азот (78,08–80,24 %), кислород (20,90 %), аргон (показано вместе с азотом) и диоксид углерода (0,03 %). На долю остальных газов приходится лишь 0,01 % объема.

В почвенном воздухе по сравнению с атмосферным меньше кислорода и больше диоксида углерода.

Содержание кислорода и диоксида углерода в почвенном воздухе колеблется в широких пределах. В хорошо аэрируемых верхних горизонтах почв содержание кислорода приближается к содержанию его в атмосферном воздухе, а в тяжелых почвах с затрудненным газообменом оно может снижаться в десятки и сотни раз, до десятых и даже сотых долей процента. Концентрация диоксида углерода в почвах с плохим газообменом увеличивается в сотни раз по сравнению с содержанием его в атмосфере и достигает 20 % и более.

Если в почве содержание диоксида углерода выше 3–5 %, а кислорода ниже 10 %, наступает угнетение растений.

Процесс обмена почвенного воздуха с атмосферным называют *аэрацией*, или газообменом. Газообмен осуществляется через систему воздухоносных пор почвы, сообщающихся между собой и с атмосферой. К факторам, вызывающим газообмен, относятся диффузия, изменение температуры почвы, барометрического давления, количества влаги в почве под влиянием осадков, орошения и испарения, влияние ветра, изменение уровня грунтовых вод.

Диффузия — это процесс перемещения газов в соответствии с их парциальным давлением. Поскольку в почвенном воздухе концентрация кислорода всегда меньше, а диоксида углерода больше, чем в атмосфере, то под влиянием диффузии создаются условия для непрерывного поступления кислорода в почву и выделения CO_2 в атмосферу. Диффузия — главный и непрерывно действующий фактор газообмена.

Изменение температуры и барометрического давления обуславливает газообмен, так как при этом происходит сжатие или расширение почвенного воздуха.

Поступление влаги в почву с осадками или при орошении вызывает сжатие почвенного воздуха, его выталкивание наружу и засасывание атмосферного воздуха. Выпадающие дожди могут обеспечить 6–8 % всего газообмена. Газообмен происходит и при испарении воды из почвы, когда на место испарившейся воды поступает равное по объему количество атмосферного воздуха.

Влияние ветра на газообмен зависит от скорости ветра, макро- и микрорельефа, структуры почвы и характера ее обработки. Наибольший газообмен под влиянием ветра происходит на пористых почвах, лишенных растительности.

3.3. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ

Количество тепла в почве, а следовательно, и ее температура изменяются даже в течение суток. То же можно сказать и об освещенности поверхности почвы. Изменчивость этих величин оказывает большое влияние как на ход почвообразовательного процесса, так и на условия роста и развития растений. От умения регулировать эти факторы зависят воспроизводство плодородия почвы и повышение урожайности культурных растений.

Тепловой режим почвы включает совокупность поступления и отдачи тепла почвой, его передвижения в ней и все изменения температуры почвы.

Источник тепла в почве — лучистая энергия солнца; тепло, получаемое от воздуха; тепло, образующееся в результате разложения органических остатков; внутреннее тепло земного шара; тепло от радиоактивных процессов, происходящих в почве. Из пяти источников тепловой энергии последние три настолько малы, что ими

можно пренебречь. Количество тепла, получаемого почвой от воздуха, также невелико и может иметь существенное значение лишь в отдельных случаях, например при вторжении теплых воздушных масс. Таким образом, наиболее важный источник тепла — лучистая энергия солнца.

Основные тепловые свойства почвы — теплопоглощательная способность, теплоемкость, теплопроводность, теплоиспускательная способность.

Теплопоглощательная способность почвы. Проявляется в поглощении почвой лучистой энергии солнца. Одновременно происходит отражение энергии от поверхности почвы.

Поглотительную способность почвы обычно характеризуют величиной *альбедо*, которая показывает, какую часть поступающей лучистой энергии отражает почва. Альбедо зависит от цвета почвы, ее структурного состояния, влажности и выровненности поверхности, а также от особенностей растений, цвета листьев и стеблей. Высокогумусированные почвы (черноземы) поглощают лучистой энергии на 10—15 % больше, чем малогумусированные, также, как и глинистые по сравнению с песчаными.

Альбедо орошаемых участков на 5—11 % ниже, чем сухих, альбедо чистого сухого снега 88—91 %, мокрого — 70—82 %.

Теплоемкость почвы. Различают весовую и объемную теплоемкости почвы. *Весовая теплоемкость* — количество тепла в джоулях, затрачиваемое на нагревание 1 г почвы на 1 °С (Дж/г на Г). *Объемная теплоемкость* — количество тепла в джоулях, затрачиваемое для нагревания 1 см³ почвы на Г (Дж/см³ на Г).

Теплоемкость зависит от минералогического, гранулометрического составов и влажности почвы, а также содержания в ней органического вещества. Например, у кварцевого песка весовая теплоемкость меньше, чем у торфа. Весовая и объемная теплоемкости воды равны 1.

Глинистые почвы отличаются большой влагоемкостью и весной медленно прогреваются, поэтому их называют холодными. Легкие по гранулометрическому составу почвы (песчаные, супесчаные) весной прогреваются быстрее; они получили название теплых.

Чем гумусированнее почва, тем она более теплоемка. Теплоемкость рыхлых почв значительно выше теплоемкости плотных почв.

Теплопроводность почвы. Это способность почвы проводить тепло. Она измеряется количеством тепла в джоулях, которое проходит за 1 с через 1 см³ почвы.

На величину теплопроводности влияют химический и гранулометрический составы, влажность, содержание воздуха, плотность и температура почвы. Например, теплопроводность воздуха составляет 0,000252 Дж на 1 см³/с, а торфа и гранита — соответственно 0,00113 и 0,03444 Дж.

В сухом состоянии почвы, богатые гумусом и обладающие высокой порозностью аэрации, очень плохо проводят тепло.

Теплопроводность твердой фазы примерно в 100 раз больше теплопроводности воздуха. Поэтому рыхлая почва менее теплопроводна, чем плотная. При повышении плотности с 1,1 до 1,6 г/см³ теплопроводность уменьшается в 6 раз. При равных условиях более влажная почва более теплопроводна, чем сухая. При увеличении влажности почвы с 0,1 до 25—30 % теплопроводность увеличивается в 5 раз.

Для оценки быстроты выравнивания температуры различных горизонтов почвы используют понятие *температуропроводность*. Ее определяют изменением температуры в 1 см³ почвы в результате поступления в нее некоторого количества тепла, протекающего за 1 с через 1 см³ поперечного сечения при разности температуры, равной Г на расстоянии 1 см.

Теплоиспускательная способность почвы. Это способность почвы выделять тепловые лучи. Она зависит от состояния почвы, поверхности, степени ее увлажнения.

Минеральные почвы благодаря большей теплопроводности лучше излучают тепло, чем торфянистые.

Влажные почвы из-за большой теплоиспускательной способности воды выделяют значительно больше тепловых лучей, чем сухие. Почвы с гладкой поверхностью отличаются меньшей теплоиспускательной способностью по сравнению с шероховатыми.

Количество поступающей на поверхность почвы лучистой энергии подчинено суточной и годовой периодичности. Такую же периодичность наблюдают и в изменении температуры поверхности почвы.

В суточном цикле поверхность почвы нагревается с восхода солнца до 14 ч, после 14 ч она начинает охлаждаться. В годовом цикле она нагревается с марта до июля, а затем охлаждается.

Огромное влияние на температурный режим почвы оказывает снеговой покров. Снег — плохой проводник тепла, поэтому он уменьшает излучение его из почвы в отдачу в атмосферу, т. е. уменьшает "охлаждение почвы".

Тепловой режим почв зависит от рельефа местности. Экспозиция склонов и их крутизна определяют разницу в количестве тепла, получаемого от солнечной радиации. Почвы на южных, юго-западных и юго-восточных склонах прогреваются лучше, чем на северных, северо-западных и северо-восточных склонах и выровненных пространствах.

Почвы, покрытые растительностью (озимые, травы, лес и т. д.), промерзают меньше, чем непокрытые (без растительности, мульчи и т. д.). В разных почвенно-климатических зонах складываются различные температурные режимы почв. В зависимости от характера промерзания и величины среднегодовой температуры выделяют 4 типа температурного режима: мерзлотный, длительносезоннопромерзающий, сезоннопромерзающий, непромерзающий.

Мерзлотный. Характерен для областей с вечной мерзлотой. Нагревание почвы сопровождается ее протаиванием, а охлаждение —

промерзанием до верхней границы многолетнемерзлого грунта. Среднегодовая температура почвы и температура почвы на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательные.

Длительносезоннопромерзающий. Процесс нагревания в начальной стадии сопровождается оттаиванием, а процесс охлаждения — глубоким промерзанием. Длительность промерзания не менее 5 мес. Глубина проникновения отрицательных температур превышает 1 м. Среднегодовая температура обычно положительная. Температура на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательная.

Сезоннопромерзающий. Процесс нагревания вначале сопровождается оттаиванием, а процесс промерзания — неглубоким промерзанием. Глубина проникновения отрицательных температур не более 2 м. Длительность сезонного промерзания от нескольких дней до 5 мес. Температура на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательная. Среднегодовая температура положительная.

Непромерзающий. Промерзание не наблюдается. Отрицательные температуры почвы отсутствуют или держатся несколько дней. Температура на глубине 0,2 м самого холодного месяца положительная.

Температурный режим почвы непосредственно влияет на развитие растений. Это особенно сказывается на скорости роста корневой системы.

Отдельные сельскохозяйственные культуры по-разному реагируют на температурный режим почвы. Так, наибольшая масса клубней картофеля образуется при температуре, не превышающей 15—20 °С.

Разные культуры требуют для прорастания семян неодинаковое количество тепла.

Тепловые условия оказывают большое влияние на жизнедеятельность микроорганизмов и, следовательно, на обеспеченность растений элементами минерального питания, скорость разложения органического вещества, синтез гуминовых веществ и т. д. (табл. 3).

3. Минимальные и оптимальные температуры почвы, необходимые для прорастания семян и появления всходов, °С

Культура	Прорастание семян		Появление всходов	
	минимальные температуры	оптимальные температуры	минимальные температуры	оптимальные температуры
Клевер, люцерна, конопля	0-1	—	2-3	—
Рожь, пшеница, ячмень, овес, горох, вика, чина, тимофеевка	1-2	25-30	4-5	6-12
Свекла, гречиха, бобы, лен, люпин, нут	3-4	25-30	6-7	—
Картофель, подсолнечник	5-6	31-37	8-9	—
Кукуруза, просо, суданская трава, соя, кориандр	8-10	37-45	10-11	15-18
Фасоль, сорго, клеверина	10-12	—	12-13	—
Хлопчатник, рис, кунжут, арахис	12-14	37-45	14-15	18-22

3.4. СВЕТОВОЙ РЕЖИМ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ

Световой режим почвы — совокупность поступлений и отдачи (отражения) света почвой.

Основной источник света, падающий на землю, — лучистая энергия солнца. Световому режиму свойственны суточные и годовые циклы (периодичность) поступления на землю. Длина дня — решающий фактор, влияющий на рост и развитие растений.

Поскольку источник световой и тепловой энергии, теплового и светового режимов почвы один — лучистая энергия солнца, чаще и полнее рассматривались тепловой режим почвы, его значение и приемы регулирования. Световой же режим почвы недооценивался, хотя, пожалуй, он имеет не меньшее влияние на почву, чем тепловой режим.

Лучистая энергия солнца, притекающая к поверхности почвы и взаимодействующая с ней, играет решающую роль в дифференциации пахотного слоя по плодородию. Верхняя часть пахотного слоя более плодородная и биологически более активная, поскольку она подвергается воздействию такого мощного фактора, как солнечный свет. Это доказано экспериментально. Почва, облученная солнечным светом, содержала элементов питания больше, чем почва, находившаяся в темноте, и обеспечивала больший урожай ячменя.

Научными исследованиями установлено, что в зависимости от интенсивности освещения в значительной степени изменяются микробиологическая и биологическая активность почвы, деятельность ферментов, усиливается окисление гумуса, активизируется процесс нитрификации. Солнечный свет — мощный фактор повышения эффективного плодородия почвы, роль которого изучена еще недостаточно.

Регулирование теплового и светового режимов почвы должно ориентироваться на улучшение условий жизни культурных растений. Оно в зависимости от условий зоны может быть направлено на увеличение потока тепла и света к поверхности почвы (северные районы) или на уменьшение такового (южные районы).

Приемы активного влияния на тепловой режим почвы можно разделить по характеру действия на агротехнические, агрометеорологические и агрометеорологические.

К группе *агротехнических* приемов относятся следующие способы обработки почвы: глубокое рыхление, прикатывание, гребневание, оставление стерни, мульчирование. *Агрометеорологические* приемы включают лесонасаждение, борьбу с засухой, орошение, осушение. *Агрометеорологические* приемы направлены на снижение излучения тепла из почвы, борьбу с заморозками и т. д.

Лесные полосы оказывают комплексное действие на тепловой и водный режимы почв. Они способствуют накоплению снега на полях и сокращают сток талых вод, непосредственно влияя на темпе-

ратуру почвы. Лесные насаждения изменяют микроклимат местности, снижают скорость ветра в межполосном пространстве по сравнению с открытой местностью на 20—40 %.

Орошение снижает отраженную радиацию на 20 %. После полива также уменьшается излученная радиация. Все это увеличивает приход тепловой энергии к почве.

Орошение увеличивает теплопроводность почвы, что способствует более равномерному ее прогреванию и уменьшению температурных колебаний.

Применение больших доз органических удобрений вызывает повышение температуры почвы. Создание гребнистой поверхности способствует лучшей прогреваемости почвы, обеспечивает большую аккумуляцию рассеянной радиации. Температура почвы на гребнистой поверхности более высокая.

Это особенно важно для северных областей, так как на гребне в течение дня температура почвы выше на 3—5 °С, чем на выровненных участках.

Глубина обработки почвы существенно влияет на ее тепловой режим. При глубокой пахоте создается резкая неоднородность почвы по глубине: изменяются плотность и влажность, общая пористость и пористость аэрации. Все это влияет на изменение теплопроводности и теплоемкости.

Прикатыванием почвы можно вызвать повышение ее среднесуточной температуры на 3—5 °С в 10-сантиметровом слое, залегающем ниже уплотненной прослойки. Это объясняется более высокой теплопроводностью уплотненного слоя.

Температуру почвы можно изменить мульчированием поверхности. Мульчирующее покрытие меняет отражательный и излучательный элементы радиационного баланса, т. е. альбедо и константы излучения поверхности почвы. Черная мульча уменьшает альбедо почвы на 10—15 %. Белая мульча может служить средством снижения избыточного нагревания почвы. Применение в качестве мульчирующего покрытия прозрачных пленок приводит к более интенсивному нагреванию почвы, чем использование темных пленок.

Это происходит потому, что прозрачные пленки пропускают видимую часть солнечного спектра и инфракрасную радиацию к поверхности почвы и уменьшают расход тепла.

К простейшим приемам регулирования теплового баланса относят снегозадержание, создание дымовых завес, затенение поверхности почвы с помощью щитов, белой мульчи и др.

Приемы регулирования светового режима почвы в основном те же, что и при регулировании теплового режима, так как основная статья прихода тепла и света в обоих балансах одна и та же — солнечная радиация. Более специфическое отношение к регулированию светового режима имеют еще не названные приемы увеличе-

ния площади черного пара и пропашных культур в структуре посевных площадей, применение разреженных посевов и увеличение площади питания.

3.5. ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ

Для образования органических веществ помимо углерода, водорода и кислорода, получаемых из диоксида углерода воздуха и воды, растения нуждаются в ряде элементов, которые они получают из почвы. Потребность в элементах питания зависит от вида выращиваемых растений и уровня урожайности. Важнейшими элементами, необходимыми для роста и развития растений, являются азот, фосфор, калий, кальций, магний, железо, сера и др. Они получили название *макроэлементов*; содержание их в растениях колеблется от сотых долей до нескольких процентов.

Растениям также необходимы в крайне незначительных количествах еще ряд элементов — марганец, молибден, бор, медь, кобальт, цинк, йод, селен, фтор и др. Они получили название *микроэлементов*; их содержание в растениях составляет тысячные и менее доли процента.

Рассмотрим кратко роль и значение отдельных элементов питания.

Азот. Входит в состав всех белковых веществ, содержится в хлорофилле, нуклеиновых кислотах, фосфатидах и других органических веществах. Основная масса азота почвы сосредоточена в органическом веществе.

Количество азота находится в прямой зависимости от содержания в почве гумуса. Существенным источником накопления азота в почве является биологическая аккумуляция (азотфиксация) его из атмосферы.

Азот доступен растениям главным образом в аммонийной и нитратной формах. Обеспеченность растений азотом зависит от скорости разложения органических веществ. Растения потребляют из почвы азот в больших количествах, поэтому требуется пополнение его из других источников. Существенными источниками пополнения запасов азота являются минеральные и органические удобрения, а также фиксация атмосферного азота микроорганизмами под бобовыми культурами.

Фосфор. Находится в почве в органических и минеральных соединениях. В черноземах примерно половина, а в дерново-подзолистых почвах третья его часть связана с органическими веществами.

Такой фосфор доступен растениям лишь после минерализации органического вещества. Минеральные соединения фосфора представлены многими формами, преимущественно слаборастворимыми и труднодоступными растениям фосфатами алюминия, железа, кальция, магния, калия и др. Существует большой разрыв между ва-

ловым содержанием фосфора в почве и его количеством, доступным для растений. Например, в дерново-подзолистых и серых лесных почвах общее содержание фосфора (P_2O_5) в пахотном слое составляет 0,04—0,12 %, или 1,2—3,6 т/га, а количество доступных растений форм не превышает 100—200 кг/га. Необходимо повышать содержание фосфора за счет внесения удобрений и перевода неусвояемых форм фосфора в усвояемые.

Калий. Осуществляет важные физиологические функции в растениях. Потребляется сельскохозяйственными культурами в больших количествах, особенно картофелем, корнеплодами, многолетними травами, овощными. Содержание калия в почвах высокое, в глинистых почвах оно составляет 2 % и более, в легких песчаных почвах его меньше. В почве калий содержится в форме простых солей и в поглощенном состоянии (обменный и необменный). Основным источником калия для растений является обменный калий. Его доступность для растений тем больше, чем выше степень насыщенности им почв.

Необменный калий труднодоступен для растений. Между обменным и необменным калием в почве существует определенное равновесие.

Кальций, магний, железо, сера и другие макроэлементы. Они необходимы для растений, так как выполняют важные физиологические функции. Одни из них входят в состав хлорофилла, другие создают благоприятные условия для растений в почве.

Микроэлементы. Они выполняют важные физиологические и биохимические функции в жизни растений, животных и человека. Ненормальное (избыточное или недостаточное) содержание микроэлементов в кормах и продуктах питания приводит к нарушению обмена веществ и развитию тяжелых заболеваний у животных и человека.

При недостатке микроэлементов резко снижается урожай растений. Обеспечение достаточного количества элементов питания для растений достигается регулированием питательного режима с учетом бездефицитного баланса питательных веществ. Основную часть элементов питания растения получают из почвы. Запасы питательных веществ в почве возобновляются в результате происходящего в природе круговорота.

Расходная часть питательных веществ в почве складывается из потребления их растениями, потери с поверхностным и нисходящим токами воды, потери с почвой при водной и ветровой эрозии, перехода в газообразную форму и выделения в атмосферу и других процессов.

Источником поступления питательных веществ служат органические и минеральные удобрения, атмосферные осадки, пыль, азотфиксация, растительные остатки, приток с поверхностными и грунтовыми водами и т. д.

Одной из задач регулирования расходной части элементов пита-

ния является сокращение потерь. Особенно значительны потери азота, которые могут достигать 50 %. Значительные потери возможны при развитии всех видов эрозии. К непроизводительным расходам относятся потери за счет потребления питательных веществ сорными растениями.

Потребление питательных веществ сорными растениями обычно достигает больших размеров и может превышать потребление культурными растениями.

В земледелии для регулирования питательного режима нельзя ограничиваться только поддержанием бездефицитного баланса, необходимо также создавать условия для расширенного воспроизводства плодородия почвы.

Это достигается путем введения в севооборот бобовых, промежуточных и сидеральных культур, обеспечивающих пополнение почвы азотом 100—150 кг/га и более.

Специальными приемами обработки почвы можно существенно повысить усвояемость и доступность элементов питания многими культурами. За счет обработки почвы можно значительно уменьшить потери питательных веществ от эрозии. Важнейшим источником пополнения питательных веществ в почве являются удобрения всех видов (органические, минеральные, сидераты, микроудобрения, бактериальные), ликвидация и сокращение их непроизводительных потерь.

Обработка почвы и возделывание растений с глубокой корневой системой позволяют наиболее полно использовать подпахотные слои. Есть растения, способные переводить неусвояемые формы элементов питания в усвояемые. Например, хорошо растворяют фосфаты лютик, горчица, гречиха и др.

В современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия регулирование питательного режима и других режимов жизни растений будет проходить с учетом адаптации технологий возделывания культур к различным уровням интенсификации производства с учетом разных форм хозяйствования.

Глава 4

ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДРОДИЯ ПОЧВ

4.1. ПОНЯТИЕ О ПЛОДРОДИИ ПОЧВЫ И ЕГО ВОСПРОИЗВОДСТВО

Учение о плодородии почв и его воспроизводстве — одна из теоретических основ научного земледелия. По мере развития науки и практики земледелия содержание понятия «плодородие почвы» менялось.

Однако всегда с плодородием связывали пригодность почвы для возделывания культурных растений и удовлетворение их потребностей в земных факторах жизни. Удовлетворение потребностей рас-

тений в воде, воздухе и питательных веществах осуществляется только через почву, а степень обеспечения их обусловлена почвенными свойствами и режимами. Таким образом, плодородие является объективным интегральным показателем, отражающим состояние почвенных процессов.

В современном земледелии под *плодородием почвы* следует понимать способность почвы служить культурным растениям средой обитания, источником и посредником в обеспечении земными факторами жизни и выполнять экологическую функцию. Плодородная почва должна соответствовать следующим требованиям:

обеспечивать оптимальные условия водно-воздушного и теплового режимов;

содержать достаточное количество подвижных форм питательных веществ;

трансформировать питательные вещества почвенных запасов и вносимых извне и накапливать их;

обладать сильновыраженным фитосанитарным эффектом, проявляющимся в устранении фитотоксичных веществ и микроорганизмов, фитопатогенов и установлении равновесия между полезной и вредной энтомофауной в межвегетационные периоды, быть относительно чистой от семян и вегетативных органов размножения сорных растений;

быть устойчивой к различным факторам разрушения и пригодной для применения современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Плодородие почвы — одно из объективных условий производства урожая. Однако величина урожая зависит также от растения, климата, исторического времени и деятельности земледельца. Для реализации своего потенциала каждая культура требует конкретных почвенных условий, продолжительности вегетационного периода с определенными тепло- и влагообеспеченностью, своевременного и качественного выполнения технологических приемов возделывания растения с учетом уровня развития научно-технического прогресса. Поэтому плодородие почвы не всегда характеризуется уровнем урожая. В то же время при прочих равных условиях урожай культуры будет определяться плодородием почвы.

Особое место плодородия среди факторов урожая обусловлено тем, что применение удобрений, орошения, новых технологий выращивания культур и т. д. лимитируется прежде всего уровнем почвенного плодородия как посредника в их использовании. Возрастает и экологическое значение плодородия в повышении устойчивости почвы как элемента биосферы к деградации.

Уровень плодородия одних и тех же типов и разновидностей почвы во многом зависит от их пространственного расположения в пределах ландшафта, характеризующегося рельефом, крутизной и экспозицией склонов, гидрологическим режимом, химическим составом почвообразующих пород и др.

Учитывая различный уровень почв агроландшафтов, необходимо дифференцированно подходить к их использованию в земледелии.

Для количественной оценки плодородия почвы в земледелии используют показатели, которые находятся в корреляционной связи с урожаем. Эти показатели объединены в три группы: агрофизические, биологические и агрохимические.

Агрофизические показатели плодородия почвы представлены гранулометрическим и минералогическим составом, структурой, плотностью, порозностью, воздухоемкостью и мощностью пахотного слоя. К *биологическим* показателям относятся содержание, запасы и состав органического вещества почвы, активность почвенной биоты, фитосанитарное состояние почвы. Группу *агрохимических* показателей плодородия составляют содержание питательных веществ, реакция почвенной среды и поглотительные свойства почвы.

Показатели плодородия в большинстве случаев взаимосвязаны. Одни из них могут быть отнесены к основополагающим, которые определяют состояние всех почвенных процессов. К ним относятся гранулометрический и минералогический составы, органическое вещество и фитосанитарное состояние почвы. Другие показатели плодородия, такие, как активность почвенной биоты, агрофизические и агрохимические, в значительной мере являются производными от вышеперечисленных.

Наряду с понятием «плодородие почвы» в агрономии широко используют термин «окультуривание почвы». Под *окультуриванием* понимают улучшение природных свойств почвы посредством применения агромероприятий. Наряду с этим выделяют понятие «окультуривание поля», связанное с культуртехническим воздействием на пахотные земли, увеличением размера контуров поля, выравниванием, удалением камней и т. д. с целью создания благоприятных условий для работы сельскохозяйственной техники.

В современном земледелии понятие «окультуривание почвы» применимо к вновь осваиваемым почвам с очень низким естественным плодородием (подзолистые, солонцы и др.), сильноосмытым почвам при вовлечении в пахотный слой неплодородного подпахотного горизонта. В этих случаях, по существу, приходится не воспроизводить, а создавать плодородие. Такая же задача возникает при восстановлении почвы в местах горных или торфяных разработок. Поскольку на этих ландшафтах прежде были культурные плодородные почвы, их восстановление называют *рекультивацией*. По мере приобретения присущих обрабатываемым почвам свойств в последующем осуществляют воспроизводство плодородия окультуренных и рекультивированных почв.

При земледельческом использовании почвы ее плодородие снижается, поскольку для производства растениеводческой продукции

расходуются органическое вещество и элементы минерального питания, ухудшаются условия водно-воздушного режима, фитосанитарное состояние, микробиологическая деятельность и т. д. Поэтому возникает необходимость управления плодородием почвы в интенсивном земледелии. Оно основано на нормативно-технологической основе. Это означает определение оптимальных параметров показателей плодородия почвы в конкретных условиях производства и технологий воспроизводства оптимальных уровней плодородия.

Воспроизводство плодородия почвы бывает простое и расширенное. Возвращение почвенного плодородия к исходному первоначальному состоянию означает *простое воспроизводство*. Создание почвенного плодородия выше исходного уровня — это *расширенное воспроизводство* плодородия. Простое воспроизводство применимо для почв с оптимальным уровнем плодородия. Расширенное воспроизводство реализуется для почв с низким естественным уровнем плодородия, не способным обеспечить достаточную эффективность факторов интенсификации земледелия. Расширенное воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв — обязательное условие расширенного воспроизводства продукции земледелия вообще.

Управление плодородием почвы в современном земледелии должно осуществляться на основе соответствующих моделей. Модель плодородия почвы представляет собой сочетание экспериментально установленных показателей плодородия, находящихся в тесной корреляции с величиной урожая. Модель плодородия разрабатывается для конкретных почвенно-климатических и производственных условий выращивания сельскохозяйственных культур.

Примерная модель плодородия дерново-подзолистых средне-суглинистых почв Нечерноземной зоны России приведена ниже. Продуктивность модели 4,5—6,0 т зерна, или 6500—7500 корм. ед.

Показатели плодородия и их параметры

Агрофизические

1. Плотность — 1,1—1,2 г/см³, порозность — 50—55 %, воздухоемкость — 25—30 %.
2. Структура — мелкокомковатая, водопропрочность макроструктуры — более 40 %.
3. Мощност пахотного слоя — 25—30 см. Подзолистый горизонт отсутствует.

Биологические

1. Содержание в пахотном слое гумуса 2,5—3 %, запас — 75—90 т/га.
2. Активность почвенной биоты высокая.
3. Фитосанитарное состояние — численность сорняков поддерживается на уровне экономического порога вредоносности, возбудители болезней и вредители отсутствуют.

Технологические и вещественные факторы простого воспроизводства плодородия

Обработка почвы — разнотрапная, сочетающая отвальные и безотвальные приемы, почвозащитная, с элементами минимализации

Внесение органических удобрений — 10—12 т/га
Посев многолетних трав — 25—30 % общей структуры посева

Показатели плодородия и их параметры

Агрохимические

1. Состояние ППК и кислотности: рН_{ка} — 6,0—6,5, 5=7—12 мг-экв, V=80—90 %.
2. Содержание NPK, мг/кг почвы: минеральный азот — 30—50, подвижные формы фосфора — 150—250, подвижные формы калия — 200—250.
3. Содержание микроэлементов, мг/кг почвы: медь — 0,8—1,2, молибден — 0,2—0,4, бор — 0,5—0,6, цинк — 5—7.

Технологические и вещественные факторы простого воспроизводства плодородия

Известкование — по полной гидролитической кислотности 1 раз в 5—6 лет
Внесение минеральных удобрений: NPK — 250—300 кг/га севооборотной площади
Соотношение N : P : K = 1:0,5 : 0,6:1,2-1,3

Воспроизводство плодородия почвы в современном земледелии осуществляют двумя способами: вещественным и технологическим. Первый предполагает применение удобрений, мелиорантов, пестицидов и т. д., второй — севооборота, промежуточных культур, различных приемов обработки почвы и способов посева и др. Эти пути направлены на достижение единой цели, хотя механизм действия их различен.

Вещественные факторы воспроизводства оказывают наиболее сильное и многообразное воздействие на плодородие почвы. Технологическое воздействие не в состоянии компенсировать материальные потери почвенного плодородия; его эффект основан на мобилизации вещественных ресурсов почвы и краткосрочен. В итоге это приводит к снижению постоянных источников почвенного плодородия, хотя и обеспечивает кратковременный успех в повышении урожая сельскохозяйственных культур.

Естественнонаучная основа теории воспроизводства плодородия почвы закон возврата — частное проявление всеобщего закона сохранения вещества и энергии.

Воспроизводство плодородия почвы начинают с определения оптимальных параметров модели плодородия. Модели плодородия строго дифференцированы в зависимости от природных условий хозяйства, специализации земледелия, экономического уровня производства. Экспериментальное обоснование параметров плодородия конкретных земледельческих регионов позволяет дать объективную агрономическую оценку почвы. Это означает, что каждая модель плодородия почвы должна обеспечивать эффективное использование удобрений, специализированных севооборотов, современных ресурсосберегающих технологий обработки почвы, мелиорации, средств защиты растений.

Нормативную эффективность дифференцированных, экспериментально определенных моделей плодородия почвы должна обязательно дополнять экономическая оценка технологий воспроиз-

водства параметров модели. Без экономической оценки воспроизводства плодородия почвы невозможно объективно сопоставить получаемый от модели эффект с затратами на ее поддержание.

Агроэкономическая оценка моделей плодородия позволяет в конкретных природно-экономических условиях производства определить и уровни воспроизводства плодородия в целом или по отдельным показателям — простое или расширенное воспроизводство. Параметры моделей плодородия и уровни их воспроизводства изменяются по мере варьирования темпов интенсификации производства, специализации и концентрации земледелия.

В интенсивном земледелии осуществляется воспроизводство всех показателей плодородия, однако первостепенное значение принадлежит воспроизводству наиболее важных из них для конкретных почв и условий производства. Для большинства типов почв интегральным показателем плодородия является содержание органического вещества и его качественное состояние.

Особое положение органического вещества в плодородии интенсивно используемой почвы объясняется прежде всего функциональной зависимостью процессов почвообразования органического вещества. Развитие почвы как естественно-исторического тела — следствие постоянно происходящих процессов синтеза и разрушения органического вещества. Органическое вещество обеспечивает непрерывность проявления всех звеньев круговорота веществ и энергии при почвообразовании.

Земледельческое использование почв не только не уменьшает значение этой объективной закономерности почвообразования и развития почвенного плодородия, но и ставит ее на качественно новый уровень. В интенсивном земледелии требования к плодородию почвы настолько велики, что органическое вещество почвы выступает как важнейшая основа биотехнологической сущности земледелия.

Органическое вещество оказывает большое влияние на комплекс важнейших агрономических свойств почвы: биологические, агрофизические и агрохимические.

Особое значение приобретают энергетическая, почвозащитная и экологическая роль органического вещества, выступающего как средство организации почвенной среды и факторов создания урожая.

Принципиальное значение имеет экспериментально установленный и теоретически обоснованный факт возрастающего значения органического вещества почвы по мере дальнейшей интенсификации земледелия.

Среди основных факторов управления органическим веществом почвы (растение, удобрение, обработка почвы, мелиорация) ведущее значение принадлежит растению. Через него прямо и косвенно используются новые количества факторов жизни растений. Растение обуславливает перевод последних в биологически связанное

состояние, наиболее ценное по своей природе, безвредное экологически, снабженное необходимым запасом энергии.

Органическое вещество почвы — прежде всего часть урожая растений, подвергаясь значительному биохимическому превращению. Для значительного повышения содержания органического вещества почвы требуется время. Поэтому в системах земледелия необходимо исходить из реальных возможностей воспроизводства органического вещества пахотных почв. Эти возможности реализуются наиболее эффективно при долговременном, планомерном и систематическом воздействии комплекса практических приемов по воспроизводству органического вещества.

4.2. ВОСПРОИЗВОДСТВО АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДРОДИЯ ПОЧВЫ

Гранулометрический и минералогический составы. Твердая фаза почвы представляет собой смесь механических элементов трех видов: минеральных, органических и органо-минеральных. В минеральных почвах преобладают минеральные механические частицы разных формы и размера, разного химического и минералогического составов.

Относительное содержание в почве механических элементов (фракций) называется *гранулометрическим составом*.

Механические частицы почвы больше 1 мм в диаметре именуются скелетом почвы, частицы меньше 1 мм — мелкоземом. Мелкозем подразделяют на физический песок (частицы больше 0,01 мм) и физическую глину (частицы меньше 0,01 мм).

В зависимости от содержания физического песка и физической глины почвы бывают песчаными, супесчаными, суглинистыми (легкие, средние, тяжелые), глинистыми (легкие, средние, тяжелые), а в зависимости от величины сопротивления, оказываемого при обработке, почвы по гранулометрическому составу условно подразделяют на легкие (песчаные и супесчаные), средние (легко и среднесуглинистые) и тяжелые (тяжелосуглинистые и глинистые).

Гранулометрический состав почвы прежде всего определяет ее поглотительные (сорбционные) свойства. Тонкодисперсные частицы из-за большой абсолютной и удельной поверхности обладают высокой емкостью поглощения. С измельчением частиц возрастают их гигроскопичность, влагоемкость, пластичность, липкость и другие технологические свойства. Частицы менее 0,001 мм обладают четко выраженной коагуляционной способностью. Эта способность механических тонкодисперсных частиц исключительно важна при структурообразовании. Вследствие высокой поглотительной способности они содержат наибольшее количество гумуса.

Плотность почвы уменьшается по мере увеличения содержания физического песка в ее составе.

Валовой химический состав разных механических фракций почвы

закономерно изменяется независимо от почвенного типа. Так, по мере увеличения дисперсности частиц в них резко уменьшается содержание кислорода и возрастает количество железа, алюминия, кальция, магния, калия и натрия. Частицы меньше 0,001 мм — наиболее ценная часть рыхлых пород и почв, поскольку в них содержатся основные запасы зольных питательных элементов.

В минералогическом составе более крупных фракций механических частиц содержатся преимущественно минералы типа кварца и полевых шпатов. В более дисперсной части почвы находятся мусковит и другие слюды. В илистой фракции преобладают вторичные минералы: монтмориллонит, нонтронит, галлазит, каолинит, иллит. Они положительно влияют на сорбционные свойства почвы и ее питательный режим, так как обладают сложной кристаллической решеткой и богаты кальцием.

Наступление *физической спелости почвы* (способность почвы распадаться на мелкие комки, крошиться при определенной влажности) зависит от гранулометрического состава при прочих равных условиях. Почвы легкого гранулометрического состава поспевают раньше, чем тяжелого. Пределы пластичности почвы в решающей степени определяются содержанием физической глины. С увеличением физической глины предел пластичности расширяется. Аналогично гранулометрический состав влияет на твердость почвы. Почвы с высокой твердостью оказывают большое сопротивление рабочим органам почвообрабатывающих машин и препятствуют росту проростков и корней растений.

Набухаемость почвы происходит за счет оболочек связанной воды, которые формируются вокруг коллоидных и глинистых частиц. Эти оболочки уменьшают силу сцепления между частицами, раздвигают их и способствуют увеличению объема почвы. Величина и характер набухания почвы зависят от ее минералогического состава, в частности от содержания вторичных минералов, имеющих подвижную кристаллическую решетку.

Липкость как технологическое свойство почвы ухудшает качество обработки. С увеличением содержания физической глины липкость почвы растет, достигая наибольших значений на глинистых почвах.

Гранулометрический состав как фактор плодородия пахотных почв оказывает существенное влияние на ее *продуктивную* способность.

В большинстве случаев наиболее благоприятное сочетание агрофизических, биологических и агрохимических показателей плодородия отмечают в почвах среднего гранулометрического состава. Следует иметь в виду, что для разных почвенных типов, сильно различающихся по плодородию, оценка гранулометрического состава как показателя плодородия может значительно варьировать. Например, наиболее высокое плодородие черноземов, как правило, соответствует тяжелому гранулометрическому составу. Для дерно-

во-подзолистых почв, сформировавшихся в зоне достаточного и избыточного увлажнения, благоприятнее более легкий гранулометрический состав.

При длительном сельскохозяйственном использовании почвы ее гранулометрический и минералогический состав не претерпевает существенных изменений. Это служит надежной основой, определяющей диапазон изменения многих свойств почвы и плодородия в целом, для разработки моделей плодородия. Кроме того, гранулометрический состав не требует воспроизводства. Исключение составляют защищенный грунт или небольшие площади земель, где гранулометрический состав можно изменять в ту или иную сторону, добавляя песок или глину.

Структура почвы. Это важный показатель физического состояния плодородной почвы. Она определяет благоприятное строение пахотного слоя почвы, ее водные, физико-механические и технологические свойства и водно-гидрологические константы.

Частицы твердой фазы, как правило, склеиваются в комочки (агрегаты). Способность почвы распадаться на агрегаты называют *структурностью*, а различные по величине и форме агрегаты — *структурой*. По классификации С. А. Захарова, по форме различают следующие типы структуры: глыбистую, комковатую, ореховатую, зернистую, столбчатую, призматическую, плитчатую, пластинчатую, листоватую, чешуйчатую.

Черноземы, например, в естественном состоянии характеризуются отчетливо выраженной зернистой структурой, серые лесные почвы — ореховатой. Хорошо окультуренные дерново-подзолистые почвы приобретают комковатую структуру, а неокультуренные подзолы отличаются плитчатой и листоватой.

В земледелии принята следующая классификация структурных агрегатов по величине: глыбистая структура — комки более 10 мм, макроструктура — от 0,25 до 10 мм, микроструктура — менее 0,25 мм.

С агрономической точки зрения особый интерес представляет мелкокомковатая и зернистая структура с размером частиц примерно 0,25—10 мм. Одновременно эта структура должна быть пористой, механически упругопрочной и водопрочной. Особое значение наряду с водопрочностью приобретает оптимальная пористость структурных агрегатов. Например, в иллювиальном горизонте дерново-подзолистых почв, а также в слитых черноземах структура водопрочная, но с низкой степенью пористости. Такая структура агрономически неблагоприятна и нехарактерна для плодородной почвы.

В ряде случаев важное значение для оценки качества почв имеет микроструктура. Почвы такой структуры обладают благоприятным комплексом водно-воздушных свойств. Это наблюдается в сероземных почвах, поглощающий комплекс которых богат коллоидами и насыщен кальцием.

Благоприятные свойства микроструктуры для ряда почв обуславливают необходимость учета этой характеристики наряду с содержанием в почве макроагрегатов.

Благоприятные размеры макро- и микроагрегатов для пахотной почвы в большей мере относительны. В более влажных условиях оптимальные размеры структурных агрегатов увеличиваются (1—3 мм), а в засушливых — уменьшаются (0,5—1 мм). Однако в условиях эрозионной опасности и в засушливых районах особое агрономическое значение приобретает увеличение размеров агрегатов до 1—2 мм в диаметре.

Образование структурных агрегатов в почве, по М. А. Качинскому, происходит в результате взаимного осаждения (коагуляции) коллоидов и коагуляции коллоидов под влиянием электролитов. Однако эти процессы проявляются на фоне более общих физико-механических, физико-химических и биологических факторов структурообразования.

Большое значение имеет механическое разделение почвенной массы на структурные отдельности (комки), которое в природных условиях происходит под воздействием корневых систем растений, жизнедеятельности биоты почвы, под влиянием периодических промораживания и оттаивания, увлажнения и высушивания почвы, а в обрабатываемых почвах и воздействия почвообрабатывающих орудий.

Влияние растительности на образование структуры различно, что обусловлено степенью развития корневой системы. Так, многолетние травы с мощной корневой системой оказывают большее влияние на процесс структурообразования, чем однолетние культуры. Процесс образования структуры под действием растений состоит из двух этапов: расчленения корневой системой почвенной массы на структурные отдельности и агрегатирования их продуктами разложения корневых выделений и остатков.

Сменяющиеся промерзание и оттаивание оптимально увлажненной почвы положительно влияют на образование структурных агрегатов и разрыхление почв. Эффект промораживания — оттаивания основан на одновременном замерзании и оттаивании воды, находящейся в некапиллярных и капиллярных порах.

Механические факторы структурообразования особенно проявляются в процессе обработки почвы. При работе почвообрабатывающих орудий наибольшее количество макроагрегатов образуется в почве, находящейся в состоянии физической спелости (оптимальной влажности структурообразования!).

Значение физико-химических факторов в образовании почвенной структуры обуславливается, с одной стороны, характером воздействия катионов на почвенные коллоиды, с другой — взаимодействием самих коллоидов, их природой. Так, водопрочность структуры возрастает при необратимой коагуляции коллоидов катионами двух- и трехвалентных металлов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+}). Одновален-

тные катионы, наоборот, уменьшают водопрочность структуры вследствие обратимой коагуляции коллоидов.

Природа коллоидов также сильно влияет на прочность структурных агрегатов. Последние образуются с помощью минеральных и органических коллоидов, однако водопрочность агрегатов при этом сильно различается. Наибольшей водопрочностью отличаются почвенные агрегаты, сцементированные органическими коллоидами (гуматами двух- и трехвалентных катионов). Что касается природы минеральных коллоидов, то минералы типа монтмориллонита и гидрослюды обеспечивают большую водопрочность агрегатов, чем кварц, кремнекислота и коолинит. Гидрооксиды железа и алюминия играют важную роль при структурообразовании латеритных почв.

Действие химических факторов структурообразования проявляется, в частности, при смене восстановительных процессов окислительными в почвах с временным избыточным увлажнением. По данным Н. А. Качинского, структура почвы, возникшая с помощью химических факторов, как правило, неводопрочна.

Основную роль в образовании водопрочной структуры почвы играют биологические факторы — растения и почвенная биота. Механическое воздействие корневых систем растений на образование структуры было рассмотрено ранее. Однако роль растений в структурообразовании более значительна. При разложении корней образуются гумусовые вещества, обладающие высокой сорбционной и биологической активностью. Кроме того, в зоне расположения корней — ризосфере — формируются специфические сообщества микроорганизмов и почвенной фауны (дождевых червей, насекомых, землероек и др.), продукты метаболизма которых воздействуют на оструктуривание почвы. При этом биологические факторы оказывают не только количественное, но и качественное влияние на почвенную структуру.

Почвенная структура тесно взаимосвязана с другими агрофизическими показателями плодородия. Структура почвы непосредственно определяет параметры строения пахотного слоя. Соотношение в почве с ненарушенным сложением объемов твердой фазы, капиллярной и некапиллярной пористости называют *строением*. Капиллярная пористость агрегатов в структурной почве дополняется некапиллярной пористостью межагрегатных промежутков, что в сумме составляет *общую пористость*. В структурной почве поддерживается наиболее благоприятное соотношение между объемом твердой фазы и общей пористостью. Для дерново-подзолистей почвы это соотношение равно примерно 1:1 (50:50 %), в черноземах пористость занимает до 60 % и более объема почвы. Агрономически наиболее благоприятное строение пахотного слоя устойчиво поддерживается в течение длительного времени только в почвах с высоким уровнем водопрочности почвенных агрегатов.

Одним из показателей строения пахотного слоя может быть

плотность почвы — отношение массы к объему почвы ненарушенного сложения. При оптимальной плотности почвы складываются наиболее благоприятные условия для роста растений. В естественных условиях под действием сил уплотнения и разрыхления в почве наступает равновесное состояние между твердой фазой и пористостью, называемое *равновесной плотностью*. Структурная почва имеет наименьший интервал значений между оптимальной и равновесной плотностью, а в хорошо окультуренных почвах их величины могут совпадать, как, например, в черноземах.

Параметры оценки структурного состояния почвы, по С. И. Долгову и П. У. Бахтину, следующие: отличная структура — более 70 % водопрочных макроагрегатов, хорошая — 70—55, удовлетворительная — 55—40, неудовлетворительная — 40—20, плохая — менее 20%.

В обрабатываемых почвах структура находится в динамическом состоянии. С одной стороны, в почве протекают процессы структурообразования в результате механических, физико-химических и биологических факторов. С другой стороны, почвенные агрегаты постоянно разрушаются. Все многообразие причин, оказывающих отрицательное воздействие на структуру почвы, можно объединить в группы одноименные факторам образования агрегатов.

Механические — разрушение структуры при воздействии на почву сельскохозяйственных орудий, движителей, ветра, дождя, выпаса скота и т. д.

Физико-химические — разрушение структуры в результате обменных реакций катионов. Так, ионы H^+ и NH_4^+ , содержащиеся в дождевой воде, взаимодействуя с почвой, вытесняют из нее ионы кальция и магния, которые в условиях промывного водного режима могут вымываться за пределы пахотного слоя.

Аналогично на почвенный поглощающий комплекс влияют ионы минеральных удобрений, продуктов жизнедеятельности корневой системы и других содержащихся в почве соединений. В результате коагуляционные силы, склеивающие почвенные частицы в агрегаты, ослабляются, агрегаты переходят в раздельно-частичное состояние.

Биологические — разрушительная деятельность почвенных микроорганизмов, минерализующих органическое вещество почвы как источник питания и энергии. Поскольку почвенные частицы склеены преимущественно органическими коллоидами, то агрегаты разрушаются. Развитие процессов минерализации органического вещества способствуют механическая обработка почвы, внесение извести и минеральных удобрений. Поэтому в земледелии необходимо предусматривать меры по воспроизводству структуры почвы.

Основными направлениями воспроизводства структуры почвы в земледелии являются:

1. Обогащение почвы органическим веществом как основным

источником образования гумуса и энергии для микроорганизмов. Этого достигают применением органических удобрений (навоз, торф, компосты, птичий помет, солома, сидераты, сапропель), посевом многолетних трав (травосеяние), которые оставляют после себя большое количество растительных и корневых остатков. Минеральные удобрения, повышая урожайность культур, оказывают косвенное влияние на поступление в почву органического вещества за счет увеличения массы растительных и корневых остатков.

2. Пополнение почвенных запасов кальция и магния как основных элементов структурообразования с помощью проведения известкования кислых и гипсования засоленных почв.

3. Сокращение числа проходов сельскохозяйственной техники по полям, особенно тяжеловесной, путем использования ресурсосберегающих технологий выращивания растений.

4. Защита почвы от водной эрозии и дефляции с помощью регулирования стока воды и скорости ветра в приземном слое.

5. Создание наиболее благоприятных условий для окислительно-восстановительных процессов в почвах избыточного и недостаточного увлажнения путем проведения водных мелиораций — осушения и орошения.

6. Создание прочной структуры верхнего слоя почвы с помощью внесения на его поверхность искусственных, экологически безопасных структурообразователей.

Мощность пахотного слоя. Мощность обрабатываемого слоя почвы, его объем, в котором развивается корневая система растений, играют важную роль в интенсивном земледелии. В пахотном слое сосредоточены запасы основных элементов питания, воды и воздуха. Кроме того, в современном земледелии возросло значение пахотного слоя как посредника в системе почва — растение, так как верхний слой почвы воспринимает дополнительные количества питательных веществ, вносимых с органическими и минеральными удобрениями, химических мелиорантов, пестицидов, искусственных структурообразователей. Все эти вещества должны быть преобразованы в легкоусвояемые или безвредные для растений формы.

В условиях орошения пахотный слой способен аккумулировать больше доступной для растений воды и сохранять ее в течение длительного времени, тем самым обеспечивая эффективное использование оросительной воды. Следовательно, увеличение емкости обмена веществ и воды между почвой и растением обуславливает естественное в данном случае увеличение глубины (объема обрабатываемого слоя).

Глубокий пахотный слой обеспечивает более благоприятные водно-воздушный и тепловой режимы почвы. Осадки, поливная вода быстро поглощаются почвой, накапливаются в ней и затем потребляются растениями по мере их роста и развития. Глубокий пахотный слой почвы может обеспечивать растения влагой и воздухом

как при недостатке, так и при избытке выпадающих осадков. Лучшие условия увлажнения создают благоприятный питательный режим почвы, обусловленный, в свою очередь, нормально протекающими процессами разрушения — синтеза органического вещества. Глубокий пахотный слой способствует благоприятной минерализации органического вещества при одновременной эффективности его гумификации и при благоприятном качественном состоянии.

В глубоком пахотном слое увеличивается содержание подвижных форм азота, фосфора, калия, что свидетельствует о более надежном обеспечении растений питательными веществами.

Благоприятный комплекс почвенных условий, создающийся в глубоком пахотном слое, сильно влияет на развитие корневых систем растений и на урожай. Урожайность сельскохозяйственных культур на почвах с мощным пахотным слоем не только увеличивается, но и стабилизируется по годам. Однако реакция сельскохозяйственных культур на мощность обрабатываемого слоя различна. Наибольшее увеличение урожая на почвах с глубоким пахотным слоем отмечается у пропашных культур, особенно у корне- и клубнеплодов, несколько меньше оно у озимых зерновых и многолетних трав. Яровые зерновые и однолетние травы уступают по этому показателю названным культурам.

Мощность пахотного слоя заметно влияет на величину энергетических затрат, связанных с поддержанием строения пахотного слоя в благоприятном состоянии. Глубокий пахотный слой почвы позволяет сократить число и глубину технологических приемов обработки.

Наиболее благоприятная мощность пахотного слоя для большинства почв составляет 27—30 см. Однако такую глубину обрабатываемого слоя имеют не все почвы. Основной ограничивающий фактор создания мощного пахотного слоя — мощность гумусового горизонта. Так, дерново-подзолистые почвы с низким естественным уровнем плодородия и мощностью гумусового горизонта до 20 см на создание оптимальной глубины пахотного слоя требуют больших затрат средств, труда и времени.

Создание мощного пахотного слоя связано с внесением извести, органических и минеральных удобрений и постепенным углублением обработки почвы. Более подробно технологии создания мощного пахотного слоя описаны в разделе IV «Обработка почвы».

Агрофизические показатели плодородия важны не сами по себе, а как основа создания оптимальных условий водно-воздушного, теплового и питательного режимов для роста и развития растений.

Кроме того, важнейшей особенностью этих показателей плодородия, за исключением гранулометрического и минералогического составов, является их динамичность в течение вегетационного периода, что затрудняет их своевременное воспроизводство.

4.3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И ИХ ВОСПРОИЗВОДСТВО

Органическое вещество почвы образуется из отмерших остатков растений, микроорганизмов, почвенных животных и продуктов жизнедеятельности. Первичное органическое вещество, поступившее в почву, подвергается сложным превращениям, включающим процессы разложения, вторичного синтеза в форме микробной плазмы и гумификации. Сочетание названных процессов приводит к образованию сложной смеси органических веществ: 1) малоразложившихся растительных и животных остатков с сохранившейся первоначальной структурой; 2) промежуточных продуктов разложения (например, протеиды, аминокислоты, поли- и монофенолы, моносахариды и др.); 3) гумусовых веществ, образовавшихся путем микробного синтеза или остаточного происхождения; 4) растворимых органических соединений, которые минерализуются до простых минеральных соединений (H_2O , CO_2 , NO_3 и др.) или участвуют в синтезе гумусовых веществ.

Различные группы органических соединений взаимодействуют с минеральной частью почвы и закрепляются в ней. Органическое вещество — единственный источник энергии для развития почвы, формирования ее плодородия. Основным источником первичного органического вещества, поступающего в почву под естественной растительностью, служат остатки растений.

На пахотных почвах с отчуждением большей части урожая полевых культур источником органического вещества являются надземные и корневые остатки растений, а также вносимые в почву органические удобрения. Агрономическое значение растительных остатков в интенсивном земледелии особенно велико. Во-первых, они ежегодно удобряют почву после уборки урожая, в то время как органические удобрения вносят в почву периодически. Во-вторых, не требуются дополнительные затраты на их внесение. В-третьих, растительные остатки распределяются в почве наиболее равномерно. В них содержатся все макро- и микроэлементы, необходимые растениям.

Растительные остатки разделяют на три группы: пожнивные, листостебельные и корневые. Пожнивные остатки представлены стерней зерновых культур, частями стеблей, листьев и всех других надземных частей растений, которые остаются в поле после уборки урожая. Листостебельные части растений включают корневища, столоны картофеля, корневые шейки клевера, люцерны и других трав, остатки клубней, корнеплодов, луковиц. Корневые остатки растений представлены корнями выращиваемой культуры, сохранившимися к моменту уборки живыми, а также отмершими.

Органическое вещество поступает в почву не только после отмирания растения, но и в течение его жизни, так как непрерывный процесс отмирания различных частей корневой системы происхо-

дит в течение всего периода роста и развития растения, особенно после цветения и начала созревания.

Полевые растения развивают различную по массе и глубине проникновения корневую систему, а следовательно, по-разному влияют на плодородие почвы.

По количеству органического вещества, оставляемого после уборки, основные полевые культуры можно разделить на три группы.

Первую группу составляют многолетние бобовые и мятликовые травы, оставляющие в почве наибольшее количество органического вещества. Более благоприятное действие бобовых многолетних трав на плодородие почвы и урожай последующих культур объясняется их способностью фиксировать атмосферный азот воздуха и накапливать больше корневых и пожнивных остатков.

Вторую группу составляют однолетние зерновые и зернобобовые культуры сплошного посева. Они оставляют в почве значительно меньше органического вещества, чем многолетние травы, а зерновые бобовые в меньшей степени фиксируют азот воздуха. Однако однолетние культуры по этому показателю сильно различаются. Такие растения, как райграс и его смеси с однолетними бобовыми культурами, по количеству оставляемых в почве растительных остатков мало уступают многолетним травам и значительно превосходят другие однолетние культуры. Озимые культуры оставляют в почве больше органического вещества, чем яровые зерновые и зернобобовые. После уборки однолетних зерновых и зернобобовых культур в почве остается 1,5—3,0 т/га органического вещества.

В третью группу входят пропашные культуры, которые оставляют в почве после уборки наименьшее количество органического вещества.

В почве при выращивании растений одновременно происходят два противоположных процесса: синтез и разрушение. Интенсивность обоих процессов, их соотношение определяют конечный результат. Если содержание органического вещества увеличивается, то культура обладает свойством улучшать плодородие, и наоборот. На процессы накопления и разрушения органического вещества влияют технологические приемы возделывания растений. []

Мощность развития корневой системы, как и надземной части, растения определяется влажностью почвы и уровнем минерального питания. При благоприятных условиях темпы прироста надземной массы больше, чем корней. В результате общего увеличения массы корневой системы ее доля по отношению к надземной массе уменьшается.

Наряду с количеством растительных остатков важное значение имеют их химический состав и скорость разложения в почве. Так, растительные остатки многолетних трав содержат больше элементов питания, чем другие культуры. Содержание азота в корневых

остатках многолетних бобовых трав колеблется в пределах 2,25—2,60 %, фосфора — 0,34—0,80, в поукосных остатках — соответственно 1,82—2,65 и 0,30—0,71 %. Количество азота и фосфора в корнях бобово-злаковых травосмесей зависит от доли каждого компонента и составляет 0,91—2,37 % азота и 0,25—1,06 % фосфора, в поукосных остатках, соответственно 1,60—2,18 и 0,17—0,54%. Мятликовые травы содержат значительно меньше азота в корнях и поукосных остатках.

Химический состав корней многолетних трав с возрастом изменяется. Чем старше растения, тем меньше в их корнях содержится азота и зольных элементов. Наряду с этим на количество азота и зольных элементов как в самом растении в целом, так и в растительных остатках в значительной мере влияют удобрения и почвенно-климатические условия.

Растительные остатки однолетних культур (кроме бобовых) беднее питательными элементами по сравнению с многолетними травами. Растительные остатки зерновых культур содержат меньше питательных веществ, чем растительные остатки бобовых.

Корни и пожнивные остатки растений после отмирания под действием микроорганизмов и почвенной фауны разлагаются. Микрофлора использует органический материал в качестве пищи и энергии. На ход и темпы разложения влияют внешние условия ереды (влажность, температура, pH почвы, содержание в ней кислорода и питательных веществ) и химический состав растительных остатков.

Превращение первичного органического вещества в почве проходит в несколько этапов.

На первом этапе происходит химическое взаимодействие между отдельными химическими веществами отмершего растения. Например, ароматические соединения клеточных оболочек могут вступать в химические реакции с белками растительных клеток. Этот процесс можно ускорить с помощью биологических и минеральных катализаторов.

На втором этапе происходит механическое перемешивание почвенной фауной растительных остатков с почвой. Возможно, на этом этапе осуществляется и определенная биохимическая подготовка первичного органического вещества к микробному разложению при прохождении растительной массы через желудочно-кишечный тракт почвенных животных.

На третьем этапе превращения свежего органического вещества в почве происходит минерализация его с помощью микроорганизмов. В первую очередь минерализуются водорастворимые органические соединения, а также крахмал, пектин и белковые вещества. Значительно медленнее минерализуется целлюлоза, при разложении которой освобождается лигнин — соединение, весьма устойчивое к микробиологическому расщеплению.

Конечными продуктами превращений органического вещества

являются вода, диоксид углерода, нитраты, фосфаты и др. Кроме того, в почве накапливаются низкомолекулярные органические кислоты (муравьиная, уксусная, щавелевая и др.). Процессы минерализации органического вещества в почве имеют экзотермический характер: при разложении 1 г сухого вещества освобождается 17—21 Дж энергии.

Одна часть более подвижных и простых соединений, минерализующихся до конечных продуктов, усваивается новыми поколениями зеленых растений, другая часть продуктов разложения используется гетеротрофными микроорганизмами для синтеза вторичных белков, жиров, углеводов и других веществ, образующих плазму новых поколений микроорганизмов, и в дальнейшем вновь разлагается. Третья часть промежуточных продуктов разложения превращается в специфически сложные высокомолекулярные соединения — гумусовые вещества, а сам процесс называют *гумификацией*. Образование специфических гумусовых веществ в большинстве случаев начинается на такой стадии биологического распада растительных и животных остатков, когда углеводы гидролизуются до моносахаридов, белковые вещества — до пептидов и аминокислот, ароматические соединения — до простых фенолов. Помимо этих соединений в образовании гумусовых веществ принимают участие и более простые продукты распада.

Механизм образования в почве специфических гумусовых веществ, по М. М. Кононовой, имеет следующий вид:

1. Исходными структурными единицами (мономерами) для образования специфических гумусовых веществ могут служить все компоненты распада растительных тканей и метаболизма микроорганизмов.

2. Структурные единицы конденсируются путем окисления фенолов с помощью феноксидаз через семихиноны до хинонов, которые взаимодействуют с аминокислотами и пептидами.

3. Поликонденсация (полимеризация) как химический процесс заканчивает образование гумусовых веществ.

Рассмотренная схема образования гумусовых веществ общепризнана. Вместе с тем возможны и другие варианты механизма процесса гумусообразования. Так, Л. Н. Александрова, развивая гипотезу академика И. В. Тюрина, допускает образование гумусовых веществ путем медленного биохимического окисления различных высокомолекулярных веществ циклического строения. При этом важное значение имеют реакции взаимной конденсации или полимеризации высокомолекулярных продуктов разложения.

Весь сложный комплекс органических веществ в почве можно разделить на две группы: соединения индивидуальной природы, или неспецифические органические соединения, и специфические гумусовые вещества.

Неспецифические соединения составляют 10—15 % общего количества органического вещества почвы. Эта группа представлена

такими веществами, как лигнин, целлюлоза, протеины, аминокислоты, моносахариды, воска, жирные кислоты, т. е. практически всеми компонентами, составляющими растительные и животные ткани или входящими в состав прижизненных выделений макро- и микроорганизмов. Неспецифические соединения присутствуют в почве в свободном состоянии или связаны с минеральными компонентами почвы. Преобладающая часть таких соединений наиболее быстро реагирует на изменение внешних условий; многие из этих веществ легко усваиваются и разлагаются микроорганизмами и представляют как бы активное начало почвенного гумуса.

Основную часть органического вещества почвы (85—90 %) составляют специфические гумусовые вещества. Это более или менее темноокрашенные азотсодержащие высокомолекулярные соединения кислой природы. Они представлены *гумусовыми кислотами* (гуминовые и фульвокислоты), *прогуминовыми веществами* — типа «молодых» гуминоподобных продуктов и *гуминами*. Прогуминовые вещества сходны с промежуточными продуктами распада органических остатков. Разделяющая их граница условна и расплывчата.

Гуминовые кислоты (ГК) — фракция темноокрашенных, азотсодержащих, высокомолекулярных соединений, извлекаемая из почвы щелочными растворами. При подкислении вытяжки она выпадает в осадок в виде гуматов. Гуминовые кислоты содержат 46—62 % углерода, 32—38 % кислорода, 3—5 % водорода, 3—6 % азота.

Кроме этих четырех элементов ГК содержат серу (от десятых долей процента до 1,0—1,2 %), фосфор (сотые и десятые доли процента) и катионы различных металлов. Основу молекулы гуминовой кислоты образует ароматическое ядро, сформированное ароматическими и гетероциклическими кольцами типа бензола, фурана, пиридина, нафталина, антроцена, гендола, хинолина. Ароматические кольца соединены между собой в рыхлую сетку. Боковые периферические структуры молекулы — алифатические цепи. Ядро молекулы ГК отличается гидрофобными свойствами, боковые цепи — гидрофильными. Конституционная часть молекулы ГК — функциональные группы: карбоксильные и фенолгидроксильные, определяющие кислотный характер ГК и способность к катионному обмену.

Фульвокислоты (ФК) — высокомолекулярные азотсодержащие органические кислоты. Они растворимы в воде, кислотах, слабых растворах щелочей, пирогенфосфата натрия и в водном растворе аммиака с образованием растворимых солей — фульватов. Растворяются они также во многих органических растворителях. Выделенные из почвы препараты фульвокислот имеют окраску от соломенно-желтой до оранжевой. В состав ФК входят: углерод 36—40 %, кислород 45—50 %, водород 3—5, азот 3—4,5 %. От ГК они отличаются пониженным содержанием углерода и повышенным — кислорода. В состав ФК, как и в состав ГК, входят сера, фосфор и различные металлы.

*Гумины** — наиболее инертная часть гумусовых веществ, не извлекаемая из почвы растворами кислот, щелочей или органическими растворителями.

Негидролизуемый остаток включает несколько групп веществ: гумусовые кислоты, прочно связанные с минеральной частью, декарбоксилированные гумусовые вещества, утратившие способность растворяться в щелочах, неспецифические и нерастворимые органические соединения.

Важная роль органического вещества в формировании почвы в значительной степени объясняется его способностью взаимодействовать с минеральной частью почвы. Образующиеся при этом органо-минеральные соединения — обязательный комплекс любой почвы. Формы органо-минеральных соединений в почвах разнообразны. К ним относятся все виды продуктов взаимодействия органического вещества с любыми минеральными компонентами: катионами металлов, гидроксидами, неорганическими анионами, силикатами и т. д. Частным случаем органо-минеральных соединений являются продукты взаимодействия органических веществ с почвенными минералами. Эти вещества называют почвенными минералоорганическими соединениями.

Многообразие органо-минеральных соединений в почвах обусловлено прежде всего тем, что в органической части почвы сосредоточен большой набор функциональных групп.

Органо-минеральные соединения повышают устойчивость связанного в них органического вещества к микробиологическому расщеплению и обеспечивают устойчивую связь с другими свойствами почвы.

Высокая биологическая устойчивость органо-минеральных соединений способствует связыванию и инактивированию глинистыми минералами ферментов, выделяемых микроорганизмами для разложения органического вещества.

Органическое вещество почвы аккумулирует большое количество углерода, элементов питания растений, способствует формированию водопрочной структуры и оптимальной порозности, препятствует развитию эрозионных процессов, инактивирует токсичные вещества, выполняя биогеохимическую функцию в земной коре.

Наиболее эффективное влияние органического вещества почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур может быть достигнуто только при некотором оптимальном для каждой почвы (зоны) сочетании уровней содержания гумуса, его состава и качества. Оптимальным можно считать такое содержание гумуса, которое благоприятно для получения запланированного урожая при обязательном условии наиболее эффективного использования вно-

симых удобрений и максимальной эффективности технологических приемов. Почва с оптимальным содержанием гумуса должна быть максимально устойчива к действию разрушающих факторов или других процессов, снижающих ее плодородие. Так, для дерново-подзолистых почв оптимальное содержание гумуса составляет 2,5—4 %. При меньшем количестве гумуса урожайность снижается, однако повышение содержания гумуса до более высокого уровня уже не приводит к дальнейшему заметному росту урожайности культур.

Один из важнейших показателей гумусового состояния пахотного слоя почвы — запас гумуса. Необходимость учета запаса гумуса обусловленная разной мощностью пахотного слоя и его плотностью. Так, в почвах легкого гранулометрического состава содержание гумуса обычно ниже, чем в почвах аналогичного типа, но более тяжелых по гранулометрическому составу. Однако при большей мощности пахотного слоя запас гумуса в легкой почве может оказаться не меньше, а даже больше, чем в тяжелой.

Запас гумуса в пахотном 0—20-сантиметровом слое почвы оценивается, по Л. А. Гришиной и Д. С. Орлову, следующими показателями: очень низкий — менее 50 т/га, низкий — 50—100, средний — 100—150, высокий — 150—200, очень высокий — более 200 т/га.

В современном земледелии баланс органического вещества часто остается отрицательным. Основными причинами потерь гумуса пахотными почвами являются:

- несбалансированность структуры посевных площадей по массе растительных остатков, поступающих в почву;
- усиление минерализации органического вещества в результате интенсивной обработки и повышения степени аэрации почв;
- разложение и биодegradация гумуса под влиянием физиологически кислых удобрений;
- усиление минерализации в результате осушительной и оросительной мелиорации;
- эрозия почв.

Обязательным условием обеспечения стабильного земледелия является воспроизводство органического вещества. Оно означает одновременно воспроизводство большей части биологических, агрофизических и агрохимических факторов плодородия.

Важнейшим фактором воспроизводства органического вещества в пахотных почвах являются полевые культуры. Их роль определяется биологическими особенностями и технологией возделывания. Если в естественных ценозах вся растительная масса поступает в почву, аккумулируя в верхнем слое углерод, азот и зольные элементы, то в агроценозах с поля отчуждается большая часть накопленной массы растений и баланс названных элементов в почве не может не быть бездефицитным.

Этот вывод основан на строгом количественном учете отчуждае-

*На 10-м Международном конгрессе почвоведов было рекомендовано термин «гумин» заменить на «негидролизуемый остаток».

мых с урожаем элементов питания и частичном возврате в почву питательных веществ с корневыми и пожнивными остатками полевых культур. При этом принимают во внимание все другие возможные статьи поступления в почву питательных веществ.

В отличие от естественных фитоценозов, представленных в основном многолетними растениями, в агрофитоценозах возделываются однолетние растения, которые на единицу фитомассы потребляют значительно больше питательных веществ, чем естественные фитоценозы. В результате в пахотных почвах при недостаточном внесении удобрений запасы органического вещества и зольных элементов постепенно уменьшаются.

Несмотря на снижение запасов органического вещества почвы при возделывании однолетних растений, было бы неверно отрицать способность однолетних полевых растений пополнять запасы гумуса в почве и положительно влиять на ряд почвенных свойств. Однако конечный результат процессов образования гумуса из небольших количеств растительных остатков однолетних культур и одновременно протекающих процессов минерализации гумуса является отрицательным. Взаимодействие этих процессов при возделывании многолетних трав имеет ярко выраженный положительный эффект из-за оставления в почве большого количества растительных остатков и незначительной минерализации гумуса при отсутствии механической обработки в течение нескольких лет.

Влияние однолетних растений на гумусированность почвы будет больше, если направленными агротехническими приемами уменьшить отрицательное действие обработки почвы на баланс органического вещества.

Несмотря на значительные различия в содержании, запасах, качественном составе гумуса разных типов почв, динамика органического вещества почвы при ее сельскохозяйственном использовании характеризуется в целом одинаково. Количественные показатели органического вещества при этом могут заметно различаться.

Эти положения подтверждает обширный экспериментальный материал. Так, в длительном опыте МСХА возделывание однолетних растений бессменно и в севообороте без применения удобрений на дерново-подзолистой почве привело к постепенному уменьшению запасов органического вещества почвы. Потери гумуса из почвы зависят от возделываемой культуры, гранулометрического состава, интенсивности обработки почвы и др.

Под зерновыми культурами (озимые — рожь, пшеница, яровые — ячмень, пшеница, овес) при невысокой интенсивности обработки почвы на каждом гектаре ежегодно теряется 0,4—1,0 т гумуса, под пропашными культурами потери в 1,5—3 раза выше.

При прочих равных условиях минерализация органического вещества усиливается на почвах легкого гранулометрического состава и при орошении. Ежегодное восполнение органического вещества в почве за счет пожнивных и корневых остатков под зерновыми

культурами составляет 0,3—0,5 т/га, под пропашными — 0,15—0,25 т/га. Дефицит органического вещества в почве, не восполненный растительными остатками, необходимо компенсировать внесением органических удобрений.

Под многолетними травами на дерново-подзолистых и серых лесных почвах минерализуется около 0,2—0,35 т/га гумуса, а ежегодное восполнение составляет 0,6—0,9 т/га. Поэтому чем выше процент многолетних трав в структуре посевной площади, тем больше в почве образуется гумуса.

Типичные черноземы Воронежской области за 80 лет сельскохозяйственного использования потеряли 2,5—3,0% гумуса, черноземы Краснодарского края за 25 лет — 1,3%. Содержание гумуса в каштановых почвах Алтайского края в 1896—1899 гг. составляло 3,7—5,5%, в 1973—1975 гг. — только 1,1—2,1%. На южных черноземах Алтая содержание гумуса изменилось соответственно с 5,0—6,5 до 2,9—4,1%, на выщелоченных черноземах — с 8,3—8,9 до 4,2—6,3%.

Систематическое внесение органических и минеральных удобрений в севооборотах влияет на количественные превращения органического вещества почвы. Однако роль органических и минеральных удобрений в гумусовом балансе, как показывают экспериментальные данные, принципиально различна.

Органические удобрения могут как прямо влиять на баланс органического вещества почвы, переходя частично в форму гумусовых веществ (гумификация углерода органических удобрений), так и косвенно. Минеральные удобрения влияют на гумусовый баланс лишь косвенно. С повышением урожая количество оставляемой в поле растительной массы увеличивается, значительная часть питательных веществ урожая возвращается в поле в виде органических удобрений. Возможно также затормаживающее действие минеральных удобрений (за счет специфического влияния на биологическую активность почвы) на процессы минерализации гумуса.

Применение минеральных удобрений — часто решающее условие быстрого увеличения урожайности полевых культур. Однако урожай, как отмечалось, еще не является абсолютным показателем плодородия почвы. Воспроизводство органического вещества почвы — важнейшее условие обеспечения высокой эффективности возрастающих доз минеральных удобрений.

При систематическом применении минеральных удобрений наряду с ростом урожайности увеличиваются количество растительных остатков и содержание в них азота, фосфора, калия.

Состав растительных остатков, представленный корневой и пожливной массами, значительно различается по отдельным культурам.

В корневых остатках зерновых культур значительно больше азота и фосфора, в стерне — калия. Корневая масса по содержанию азота и углерода биологически более ценна, чем стеблевые остатки,

отличающиеся широким отношением $C : N$. Применение удобрений способствует в большей степени повышению содержания в растительных остатках азота и калия, в меньшей — фосфора.

Темпы разложения растительных остатков в почве зависят от соотношения $C : N$. Быстрое разложение свойственно растительным остаткам клевера с узким соотношением $C : N$; менее интенсивно разлагаются растительные остатки зерновых культур и викоовсяной смеси. Внесение органических и минеральных удобрений ускоряет процессы разложения растительных остатков. В дерново-подзолистых почвах в течение года разлагается 30–60 % растительных остатков.

Органические удобрения, прежде всего навоз, позволяют в значительной мере перевести минеральные удобрения в органически связанную форму. Растительные остатки сельскохозяйственных культур в современной земледелии превышают в балансе органического вещества почвы количество вносимого навоза примерно в 2 раза. Однако резервы увеличения доли растительных остатков в балансе гумуса почти исчерпаны, тогда как резервы увеличения органических удобрений имеются.

Механическая обработка почвы — один из наиболее существенных факторов, обуславливающих разложение органического вещества почвы. Разрыхление почвы способствует активизации почвенной микрофлоры и разложению органического вещества с образованием доступных форм азота и последующим вымыванием в условиях промывного режима почвы или восстановлением до свободного азота. Наиболее заметное снижение содержания органического вещества происходит при распашке целинных почв в первые годы. При уменьшении интенсивности обработки почвы (снижение глубины обработки, сокращение количества технологических приемов) темпы разложения органического вещества замедляются.

4.4. МОДЕЛИРОВАНИЕ БАЛАНСА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ В СЕВООБОРОТЕ

Возрастающее значение органического вещества почвы в земледелии обуславливает особую актуальность моделирования (прогнозирования) баланса гумуса в различных севооборотах.

Исходными положениями при прогнозировании гумусового баланса в севообороте являются научно обоснованные статьи расхода и прихода связанного углерода пахотных почв.

Расходная часть гумусового баланса состоит из минерализации органического вещества почвы под различными культурами в условиях принятой технологии производства продукции и выноса продуктов разложения из корнеобитаемого слоя растениями, а также за счет вертикального и поверхностного стоков.

Приходная часть гумусового баланса складывается из поступле-

ния органического вещества с корневыми и пожнивными остатками полевых культур, с навозом и другими органическими удобрениями, семенами и посадочным материалом; связывания некоторого количества диоксида углерода атмосферы синезелеными водорослями.

Расчет гумусового баланса в почве ведут по азоту, поскольку из всех питательных элементов он сосредоточен в основном в органическом веществе и непосредственно усваивается растением из почвы, а не углерод. Кроме того, установлено, что соотношение $C : N$ в гумусовых веществах в среднем равно 10:1.

Поэтому, зная вынос азота с урожаем и статьи его прихода с органическими удобрениями, растительными остатками и минеральными удобрениями, по его дефициту судят о количестве минерализуемого гумуса для покрытия дефицита азота.

Вынос азота с запланированным урожаем полевых культур устанавливают по справочным данным. Использование растениями азота из органических удобрений, растительных остатков и минеральных удобрений определяют по нормативным данным.

При расчете гумусового баланса необходимо также исходить из того, что эффективность использования азота гумуса зависит от гранулометрического состава почвы и полевых культур. Для этого учитывают поправочные коэффициенты.

Поправочные коэффициенты использования азота почвы для разных по гранулометрическому составу дерново-подзолистых почв и разных полевых культур, по А. М. Лыкову, следующие: суглинки тяжелый — 0,8, средний — 1,0, легкий — 1,2, супесь — 1,4, песок — 1,8; многолетние травы — 1,0, зерновые и другие однолетние культуры сплошного посева — 1,2, пропашные — 1,6.

Использование азота минеральных удобрений (при рекомендуемых дозах) равно 50%, навоза — 50, растительных остатков — 50 %. Обеспеченность потребности клевера в азоте за счет азота атмосферы в вариантах без удобрений принята за 80 %, при внесении удобрений — 70, для викоовсяной смеси — соответственно 20 и 10%.

Количество растительных остатков рассчитывают по уравнениям линейной регрессии или по их соотношению с урожаем.

Коэффициенты гумификации (изогумусовые коэффициенты) органического вещества растительных остатков и навоза рассчитывают по углероду.

На основании исследований кафедры земледелия и методики опытного дела МСХА и обобщения данных литературных источников приняты следующие значения коэффициентов гумификации: для растительных остатков зерновых культур, зерновых бобовых, многолетних трав и льна — 0,20–0,25, кукурузы и других силосных — 0,1–0,15, картофеля, корнеплодов, овощей — 0,05–0,08; для органических удобрений: навоза — 0,22–0,30, торфа — 0,30–0,35, соломы — 0,20–0,25, зеленых удобрений — 0,04–0,06.

В районах с водной эрозией или дефляцией необходимо учитывать в балансе органического вещества потери почвы, размеры которых зависят от проявления эрозионных процессов. Положительного баланса органического вещества можно достичь за счет внесения органических удобрений, соломы, выращивания многолетних трав. Из 1 т соломы образуется до 170—180 кг гумуса, или примерно 100 кг углерода. При урожайности сена многолетних трав 4—5 т/га в почве ежегодно образуется около 800—900 кг/га гумуса, или связывается 500—600 кг углерода.

Для регулирования баланса органического вещества почвы важно знать критический и оптимальный уровни содержания гумуса. *Критический* (минимальный) *уровень* содержания органического вещества такой, ниже которого происходит быстрая деградация почв, сопровождающаяся резким снижением ее производительности и эффективности приемов земледелия. При *оптимальном уровне* содержания гумуса обеспечивается высокая эффективность применяемых факторов интенсификации земледелия.

Высокая агрономическая эффективность повышения гумусированности суглинистых дерново-подзолистых почв наблюдается при увеличении гумусас 1,0—1,7 до 2,5—4 %. При этом улучшаются физические и физико-механические свойства дерново-подзолистых почв, что приводит к снижению затрат на их обработку на 20—25 %, а также сокращаются сроки проведения полевых работ. Урожайность зерновых культур и кукурузы при внесении минеральных удобрений увеличивается примерно вдвое. Дальнейшее увеличение гумусированности почвы не сопровождается пропорциональным ростом урожая. Следовательно, содержание в почве гумуса на уровне 4,0 %, с точки зрения эффективности технологических приемов, можно считать близким к оптимальному уровню.

Для поддержания бездефицитного баланса гумуса в слое 0—40 см дерново-подзолистой почвы Нечерноземной зоны при уровне гумусированности около 2 % требуется ежегодно вносить на 1 га пашни около 5—5,5 т сухого вещества органических удобрений. При уровне гумусированности почвы около 4 % необходимо вносить почти в 2 раза больше органического вещества удобрений. Для этого требуются максимальное увеличение в хозяйствах выхода навоза и компостов, высокое насыщение севооборотов многолетними травами, использование на удобрения соломы и промежуточных культур. Таким образом технология воспроизводства гумуса удорожается. Поэтому для каждой конкретной почвы севооборота обосновывают оптимальное содержание гумуса, воспроизводство которого агрономически и экономически целесообразно.

В современном земледелии не может быть более важной агрономической задачи, чем предотвращение дальнейших потерь гумуса. Это обусловлено тем, что содержание гумуса в дерново-подзолистых и других почвах Нечерноземной зоны разных агроландшафтов находится на минимально допустимом, критическом уровне. Веду-

щее значение при решении этой проблемы могут иметь замена однолетних кормовых культур многолетними травами, использование соломы, выращивание сидератов в качестве промежуточных культур и замена чистых паров занятыми. В пахотной почве минерализуется в среднем около 3 т/га гумуса, а чтобы его воспроизвести, требуется более 40 т/га навоза.

Особенно катастрофическое обеднение почв гумусом происходит при бессменном паровании. Например, в типичных черноземах Воронежской области при бессменном паровании в течение 20 лет почвы потеряли 3 % гумуса.

Независимо от размера хозяйства и форм собственности баланс гумуса должен быть в крайнем случае бездефицитным, а на почвах с низким содержанием органического вещества — положительным.

Бездефицитный баланс гумуса и оптимальное его содержание в пахотных почвах могут быть достигнуты при сочетании следующих условий: рациональная структура посевной площади с включением многолетних трав, внесение органических удобрений, эффективное использование пожнивных остатков, известкование кислых и гипсование засоленных почв, применение минеральных удобрений, использование двустороннего регулирования водного режима мелиорируемых почв, предотвращение эрозии почвы, оптимизация обработки почв. Количественные параметры этих приемов зависят от конкретных почвенно-климатических и хозяйственных условий.

4.5. ПОЧВЕННАЯ БИОТА И ЕЕ АКТИВНОСТЬ

Почвенная биота — комплекс разнообразных почвенных организмов, различающихся по экологическим функциям и таксономическому положению. Они являются обязательным компонентом почвы. Основная их часть — микроорганизмы. Доминирующее значение принадлежит растительным микроорганизмам (бактерии, грибы, водоросли, актиномицеты). Животные организмы представлены простейшими (жгутиковые, корненожки, инфузории), а также червями. Довольно широко в почве распространены моллюски и членистоногие (паукообразные, насекомые).

Количество живых организмов в 1 г хорошо окультуренной почвы может достигать нескольких миллиардов, а общая масса их — 10 т/га.

Почвенная биота принимает участие в процессах формирования почвенного плодородия: в минерализации органического вещества, вовлечении химических элементов минералов литосферы в круговорот, биологической фиксации азота.

Почвенные организмы разрушают отмершие остатки растений и животных, поступающие в почву. Одна часть органического вещества минерализуется полностью, а другая — переходит в форму гумусовых веществ и живых тел почвенных организмов.

Некоторые микроорганизмы (клубеньковые и свободноживущие бактерии) усваивают азот атмосферы и обогащают им почву.

Почвенные организмы (особенно фауна) способствуют перемещению веществ по профилю почвы, тщательному перемешиванию органической и минеральной частей почвы, созданию прочной комковатой структуры. Кроме того, они выделяют в процессе жизнедеятельности различные физиологически активные соединения, участвующие в трансформации одних питательных веществ в подвижную форму и, наоборот, других — в недоступную для растений форму.

В обрабатываемой почве функции почвенных организмов сводятся к поддержанию оптимального питательного режима, что выражается в частичном закреплении минеральных удобрений с последующим освобождением по мере роста и развития растений, структурировании почвы, устранении неблагоприятных экологических условий в почве.

Поддержание экологически благоприятных условий в почве осуществляется благодаря наличию тесных связей между почвенными организмами, которые находятся в состоянии непрерывно изменяющегося равновесия. Одни группы микроорганизмов предъявляют простые требования к пище, другие — сложные. Между одними группами существуют симбиотические (взаимно полезные) связи, между другими — антибиотические. В последнем случае микроорганизмы выделяют в почву вещества, подавляющие развитие других микроорганизмов. Это имеет непосредственное значение в очищении почвы от фитопатогенной микрофлоры.

Для оценки деятельности почвенной биоты используют биологическую активность почвы. С одной стороны, этот показатель характеризуется численностью компонентов почвенной биоты, с другой — количественными критериями результатов жизнедеятельности почвенных организмов.

Определение численности почвенной биоты осуществляют, как правило, подсчетом общего количества почвенных организмов. Из-за несовершенства методик и малой кратности определений во времени результаты анализа дают примерную характеристику биологической активности почвы. Наряду с общим подсчетом почвенных организмов иногда определяют количество микроорганизмов разных физиологических групп (нитрифицирующие, целлюлозоразлагающие и др.).

Оценку биологической активности почвы по результатам деятельности почвенных организмов проводят методом определения количества поглощенного кислорода и продуцируемого диоксида углерода, разложившейся целлюлозы, почвенных ферментов, нитратного и аммиачного азота, фитотоксичных соединений и др. Каждый отдельно взятый показатель характеризует активность определенной группы микроорганизмов, а не всей почвенной биоты в целом.

Привести к интегральному показателю исключительно многообразную деятельность почвенной флоры и фауны очень сложно. Однако имеются попытки выразить активность почвы через «биологический балл», являющийся усредненным показателем состояния различных биологических процессов в почве.

Высокая биологическая активность почвы способствует росту урожайности сельскохозяйственных культур при прочих равных условиях.

Для нормального функционирования почвенных организмов необходимы прежде всего энергия и питательные вещества. Для подавляющего большинства микроорганизмов такой источник энергии — органическое вещество почвы. Поэтому активность почвенной микрофлоры главным образом зависит от поступления или наличия в почве органического вещества. Источниками поступления органического вещества в почву являются внесение навоза, торфа, соломы, птичьего помета, зеленых удобрений, сапропеля, посев многолетних трав, промежуточных культур.

4.6. ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ

Фитосанитарное состояние почвы характеризуется наличием в ней семян и вегетативных органов размножения сорных растений, вредителей, фитопатогенов, а также токсичных веществ, выделяемых растениями, ризосферной микрофлорой и продуктами разложения. Все виды вредных организмов и фитотоксичные вещества — обязательные компоненты агробиоценоза. Поэтому в большинстве случаев в почве в тех или иных количествах могут находиться вредные организмы.

Наряду с существенными биологическими различиями между вредными организмами (растения, насекомые, микроорганизмы) их объединяют высокая плодовитость, относительно узкая специализация поражаемых растений, способность приспосабливаться к различным экологическим условиям. Эти свойства обеспечивают вредным организмам высокую конкуренцию за выживание, несмотря на жесткие истребительные мероприятия для борьбы с ними.

Фитосанитарное состояние существенно влияет на продуктивность сельскохозяйственных культур: чем больше численность вредных организмов, тем ниже урожай. Оптимальным критерием оценки фитосанитарного состояния почвы и посевов является численность сорных растений на уровне порога вредоносности (количество сорных растений, не оказывающее существенного влияния на снижение урожая), и когда вредители и фитофаги не проявляют заметного действия или не обнаруживаются на растениях.

Это не означает, что в почве будут полностью отсутствовать определенные виды вредителей и фитофагов, однако благодаря созданию определенных условий их размножение будет сдерживаться.

Регулирование численности вредных организмов до оптимального уровня достигают с помощью использования естественных механизмов саморегулирования компонентов агробиоценозов в сочетании с дифференцированным применением санитарно-профилактических и истребительных методов.

Более подробно воспроизводство оптимального фитосанитарного состояния почвы изложено в разделе 2.

Рассмотрим фитотоксичность почвы. Это явление было известно давно под названиями «почвоутомление», «токсикоз почвы» и другими, но научное обоснование оно получило в последние десятилетия.

Фитотоксичность почвы обусловлена накоплением физиологически активных веществ, среди которых присутствуют фенольные соединения, органические кислоты, альдегиды, спирты и др. Совокупность этих веществ получила название *колинов*, состав и концентрация которых зависит от температуры и влажности почвы, от микроорганизмов и растений. *

Действие колинов определяется качественным составом и концентрацией; оно проявляется в процессах деления, растяжения и дифференциации клеток, при дыхании и фотосинтезе, поступлении воды и питательных веществ и других жизненно важных функциях растений. При низких концентрациях фитотоксичных веществ в почве обнаруживается стимулирующий эффект, но при увеличении их содержания наступает сильное угнетение роста растений или прорастания семян. В стационарных опытах МСХА установлено, что водная вытяжка из почвы бессменных посевов озимой пшеницы и ячменя, взятая в начале весенней вегетации, снижала всхожесть семян этих культур более чем на 20 % и угнетала рост корневой системы. Это послужило одной из причин изреженности бессменных посевов.

Источник образования и поступления токсичных веществ — корневые выделения растений, послеуборочные растительные остатки и продукты метаболизма микроорганизмов. Наиболее интенсивно фитотоксичные вещества накапливаются при возделывании на одном месте одновидовых или близких по биологии культур и при создании в почве анаэробных условий.

Когда в структуре посевных площадей преобладают культуры со сходными биологическими особенностями, например зерновые, в почву ежегодно поступает приблизительно одинаковая по количеству и качеству органическая масса в виде корневых выделений и растительных остатков. Это приводит к изменению соотношения основных группировок микробиоценоза, появлению фитотоксичных форм, которые поставляют в почву вредные для культурных растений вещества. Так, при разложении растительных остатков зерновых культур в почве обнаружено повышенное содержание фенольных соединений, которые, находясь в зоне расположения семян растений, ингибируют их прорастание.

Анаэробные условия способствуют образованию токсичных веществ, так как при этом корневые выделения и промежуточные продукты минерализации гумуса превращаются в сильно восстановленные соединения, что обуславливает создание очагов токсичности в почве. Можно также полагать, что в зоне корней некоторых растений избирательно накапливаются некоторые группы микроорганизмов, неблагоприятно воздействующих на растения.

Фитотоксины почвенных микроорганизмов вызывают изменения в химическом составе растений, нарушают обмен веществ в них. Определенное влияние фитотоксины оказывают на азотный обмен растений. Больше всего происходит изменений в соотношении между белковым и небелковым азотом, в содержании белков, увеличении накопления отдельных аминокислот, аммиака и других соединений, в состав которых входит азот. Фитотоксичные вещества, образованные в результате деятельности микроорганизмов, влияют на интенсивность дыхания растений и снижают фотосинтетическую активность растений.

Многочисленные почвенные организмы в процессе своей жизнедеятельности вырабатывают разнообразные вещества, которые, накапливаясь в почве, задерживают или полностью подавляют развитие многих патогенных грибов.

Растения выделяют в почвенную среду различные аминокислоты, углеводы и другие вещества. Вместе с экссудатами в почву поступает большинство веществ, участвующих в метаболизме клеток высших растений: сахара, гликозиды, органические кислоты, витамины, ферменты, алкалоиды и др. Все эти вещества в той или иной мере могут быть использованы микроорганизмами в качестве источника питания. Для возбудителей корневых гнилей это имеет особое значение, так как корневые экссудаты стимулируют их рост и обеспечивают развитие в ризосфере растений. Экссудаты корней и водные вытяжки из растений также стимулируют прорастание конидий офиоболуса и других грибов. Однако отдельные компоненты корневых выделений в больших концентрациях могут задерживать их прорастание.

Основные мероприятия, направленные на воспроизводство фитосанитарного состояния почвы, следующие:

возделывание сельскохозяйственных культур в севообороте. Чем больше различий между культурами, тем выше фитосанитарный эффект;

использование устойчивых к болезням, вредителям и сорным растениям сортов;

применение рациональной обработки почвы;

посев промежуточных культур;

применение санитарно-профилактических мероприятий;

использование биологических и химических средств защиты растений.

4.7. АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ИХ ВОСПРОИЗВОДСТВО

Содержание питательных веществ. Растения усваивают азот и зольные элементы из почвы в форме минеральных солей. Кроме того, растения могут усваивать некоторые относительно простые органические азот- и фосфорсодержащие вещества (определенные аминокислоты, фитин). Однако, практическое их значение в питании ничтожно.

В наибольшем количестве растения поглощают *макроэлементы*: азот, фосфор, калий, кальций, магний, серу. Их содержание в растениях исчисляется целыми процентами или десятками долями. При сжигании органического вещества все элементы, кроме азота, остаются в золе, поэтому их часто называют *зольными элементами*.

Растениям необходимы также элементы, которые потребляются ими в небольших количествах, но играют важную роль в различных процессах обмена веществ. К ним относятся железо, бор, марганец, цинк, медь, молибден и др. Их называют *микроэлементами*. Исчисляются они сотыми и тысячными долями процента.

В растениях встречаются также элементы в ничтожно малых количествах, которые называют *ультрамикроэлементами*. К ним можно отнести серебро, золото, радий, уран, торий, актиний и др. Значение этих элементов в жизни растений изучено слабо, хотя они, несомненно, играют определенную роль в биохимических процессах. Кроме перечисленных элементов растения поглощают и другие вещества, находящиеся в почве, которые, хотя и не являются необходимыми, могут в одних случаях действовать на растения положительно (натрий на сахарную свеклу, кремний на зерновые культуры), а в других — отрицательно (хлор на картофель, табак и другие хлорофобные культуры).

При возделывании растений в различных почвенно-климатических условиях потребность их в каждом питательном элементе бывает неодинаковой. Однако почти повсеместно для формирования высокого урожая сельскохозяйственных культур требуются прежде всего азот, фосфор и калий. Потребность в кальции возникает на кислых почвах со слабой буферностью и низкой степенью насыщенности основаниями. Высокое действие магния часто наблюдается на легких дерново-подзолистых почвах.

Основную часть питательных веществ растения усваивают из почвенного раствора, который постоянно взаимодействует с твердой фазой почвы. Скорость обмена ионами между твердой и жидкой фазами очень высокая. В течение нескольких минут обмен ионами может происходить многократно. Для ускорения взаимодействия твердой фазы и почвенного раствора важное значение имеет его концентрация. Состав почвенного раствора высокординатен.

Содержание доступных форм питательных веществ зависит от их

валового запаса. Большую роль в переводе валовых запасов питательных веществ в подвижное состояние играет почвенная микрофлора, особенно обитающая в прикорневой зоне (ризосфере). В плодородии почвы велико значение микроорганизмов, способных связывать атмосферный азот. Главным источником азота в почве является гумус. В нем содержится около 5 % азота. Этот азот является основным источником питания растений. В минеральной форме азота содержится небольшое количество — около 1—3%.

Запасы гумуса в метровом слое почвы на 1 га, по данным И. В. Тюрина, составляют: в сероземах — 50 т, светло-каштановых — 100, темно-каштановых и южных черноземах — 200—250, обыкновенных черноземах — 400—500, мощных черноземах — 800, выщелоченных черноземах — 500—600, серых лесостепных — 150—300, дерново-подзолистых — 80—120 т. В пахотном же слое почвы гораздо меньше гумуса, чем в метровом слое. В то же время верхние слои почвы больше обогащены микрофлорой, и основная часть азота при минерализации гумуса поступает на питание растений именно из этих слоев.

Источниками пополнения запасов азота в почве являются азотфиксирующая способность свободноживущих и клубеньковых микроорганизмов, а также поступление его с атмосферными осадками. Наиболее значительное количество азота накапливается в почве благодаря жизнедеятельности клубеньковых бактерий бобовых растений. Ежегодно на 1 га посева бобовых культур может накапливаться следующее количество азота: клевера — 150—160 кг, люпина — 160—170, люцерны — 250—300, сои — 100, вики, гороха, фасоли — 70—80 кг.

Фиксация азота несимбиотическими, или свободноживущими, микроорганизмами зависит от обеспеченности их углеводами, фосфором, кальцием и другими элементами, реакции почвенной среды, температуры, влаги, условий аэрации (*Clostridium pasteurianum* и др. в анаэробных условиях, *Azotobacter chroococcum* и другие — в аэробных). Эти микроорганизмы способны ежегодно накапливать 5—15 кг/га связанного азота. Кроме бактерий связывать атмосферный азот могут грибы и водоросли, находящиеся в симбиозе с некоторыми высшими растениями.

Запасы азота в почве пополняются азотом атмосферных осадков. Обычно он поступает в виде аммиака и отчасти нитратов. Эти соединения образуются в атмосфере под действием грозových разрядов. С осадками ежегодно поступает азота 2—11 кг/га.

Перечисленные источники пополнения запасов азота, несомненно, представляют практический интерес, но все они составляют лишь незначительную часть того азота, который выносятся с урожаем сельскохозяйственных культур. Поэтому необходимо принимать меры для воспроизводства почвенных запасов азота. Наиболее существенный и реальный путь — внесение органических и минеральных удобрений.

Содержание в почве минерального азота очень динамично и зависит от влажности и активности почвенной микрофлоры, фазы развития растений. При разложении 1 т гумуса в почву поступает около 50 кг/га азота. Однако не весь азот усваивается растениями. Существует несколько источников потери минеральных форм азота из почвы. Основными из них являются иммобилизация, то есть потребление азота почвенной микрофлорой; выщелачивание и прежде всего нитратных форм азота в грунтовые воды; улетучивание аммиака, оксидов азота и молекулярного азота в воздух; фиксация аммония почвы, или необменное его поглощение.

Особенно интенсивное поглощение азота микроорганизмами почвы происходит при внесении органических веществ с широким соотношением углерода и азота (20—25:1). В то же время в плазме микробов азота значительно больше, чем в разлагающихся органических веществах. Среднее соотношение углерода и азота в плазме микробов составляет 10:1. Поэтому при «несении в почву растительных остатков почвенная микрофлора для построения плазмы использует азот не только органических веществ, внесенных в почву, но и минеральный азот почвы. А это приводит к ухудшению азотного питания культурных растений.

Особенно часто подобные процессы наблюдаются при запашке соломы накануне посева последующих культур. Для снижения иммобилизации азота микрофлорой почвы к растительным остаткам (солома), богатым целлюлозой, рекомендуют добавлять около 1 % минерального азота.

Необходимо отметить, что процесс иммобилизации азота почвы микроорганизмами не всегда служит отрицательным фактором. На легких почвах в зоне достаточного увлажнения в результате иммобилизации минеральный азот почвы закрепляется в верхних ее слоях. В дальнейшем при разложении плазмы микроорганизмов часть азота закрепляется в гумусовых веществах, а часть — переходит в минеральные формы.

Вымывание нитратов осадками и при орошении наблюдается на почвах легкого гранулометрического состава с низким содержанием органического вещества. Под культурами сплошного посева потери нитратного азота резко снижаются, поскольку образовавшийся благодаря нитрификации азот поглощается растениями. В паровом поле происходят наибольшие потери нитратов, потому что они не адсорбируются коллоидами почвы и передвигаются вместе с почвенной влагой.

Значительная часть газообразного азота теряется из почвы вследствие *денитрификации*. Этот процесс восстановления нитратного азота почвы до свободного газообразного азота происходит в результате жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, получивших название денитрификаторов.

Потери азота при денитрификации объясняются тем, что микроорганизмы развиваются при отсутствии кислорода воздуха, а для

дыхания используют кислород нитратов, восстанавливая азот до свободной молекулярной формы.

Для денитрификации, а следовательно, и потерь молекулярного азота наиболее благоприятны анаэробные условия, щелочная реакция почвы и избыточное количество в почве органического вещества, богатого клетчаткой, глюкозой и другим энергетическим материалом, а также высокое увлажнение почвы.

Кроме денитрификации, существуют и другие пути потерь газообразного азота. Эти потери связывают главным образом с распадом азотистой кислоты в почве или с другими химическими соединениями почвы. Наиболее существенные потери азота бывают при распаде азотистой кислоты с образованием азотной кислоты и оксида азота. При подкислении почвы до pH ниже 6 этот процесс усиливается. На воздухе NO окисляется до NO_2 .

Часть азота, внесенного с удобрениями или находящегося в почве, поглощается некоторыми минералами из группы гидрослюдов. Механизм закрепления аммония в необменной форме можно представить следующим образом. При увлажнении почвы кристаллическая решетка минерала расширяется, и аммоний вначале поглощается обменно, но может проникать внутрь нее, занимая свободные радикалы. При подсушивании почвы катионы аммония, попавшие внутрь решетки минерала, оказываются как бы сжатыми, то есть фиксированными. Такой аммоний трудно вытеснить различными растворителями, не поддается он и действию нитрифицирующих бактерий. Такой фиксированный аммоний становится малодоступным для растений.

По данным А. В. Петербургского и В. Н. Кудеярова, количество фиксированного аммония в почвах различно. Так, в пахотном слое в зависимости от типа и разновидности почвы содержание его составляет от 130 до 350 кг/га. Если в верхнем слое почвы содержание фиксированного аммония составляет 2—7 % общего количества, то в подпочве доля его повышается до 30—35 %. Это объясняется тем, что с глубиной резко снижается количество гумуса, следовательно, и азота в органическом веществе, а относительное содержание фиксированного аммония от общего количества азота заметно возрастает.

Способность почв фиксировать аммоний в необменном состоянии зависит от вида глинистых минералов, температуры среды, реакции почвенного раствора, наличия гумуса в почве, микробиологической активности, влажности и других факторов.

Фиксирующая способность почв в отношении аммония возрастает с увеличением температуры и pH. На кислых почвах фиксация аммония бывает значительно меньшей, чем на щелочных. Максимальная она отмечена на солонцах. Фиксация аммония возрастает и в почвах с большим содержанием гумуса, который, очевидно, связывает аммоний химически, что отличается от обычного понимания его фиксации. Способность почвы фиксировать аммоний про-

является при наличии в ней глинистых минералов с трехслойной кристаллической решеткой, особенно вермикулита.

Фиксированный аммоний почвы — это не безвозвратно потерянный азот; при определенных условиях (введении в кристаллическую решетку катионов кальция, магния, натрия) он может быть использован растениями.

В разных почвах содержится неодинаковое количество **фосфора** (P_2O_5) — от 0,01 % в бедных песчаных почвах до 0,20 % в мощных высокогумусных почвах. Верхние слои почвы обычно содержат больше P_2O_5 , что связано с накоплением фосфора в зоне отмирания основной массы корней. Вниз по профилю почвы количество P_2O_5 уменьшается. Фосфор в почве присутствует в органической и минеральной формах.

Органические фосфаты входят главным образом в состав гумусовых веществ. Фосфор этих соединений становится доступным растениям после их разложения.

Некоторые растения способны усваивать фосфорную кислоту из несложных фосфорорганических соединений. Это обусловлено тем, что корни ряда растений выделяют фермент фосфатазу, который и отщепляет фосфорную кислоту от органических соединений. Внеклеточной фосфатазной активностью обладают горох, кукуруза, бобы и другие культуры. Минеральные фосфаты в почвах находятся в виде солей кальция, железа и алюминия. Фосфаты кальция преобладают в нейтральных и щелочных почвах, а фосфаты полуторных оксидов алюминия и железа распространены в кислых почвах. Следует иметь в виду, что кальциевые соли фосфорной кислоты характеризуются более высокой растворимостью, а соли алюминия и железа растворимы меньше и поэтому менее доступны растениям.

Основным источником фосфорного питания растений являются минеральные соединения фосфора в почве. Для питания растений пригодны соли ортофосфорной (H_3PO_4) и метафосфорной (HPO_3) кислот. Наиболее доступны соли одновалентных катионов фосфорной кислоты. Растворимы в воде и могут легко усваиваться растениями также соли двухвалентных катионов при замещении одного водорода ортофосфорной кислоты (однозамещенные фосфаты кальция). Соли метафосфорной кислоты и в этом случае плохо растворимы в воде.

Двухзамещенные соли двухвалентных катионов ($CaHPO_4$) ортофосфорной кислоты нерастворимы в воде, но растворяются в слабых кислотах. Это дает основание считать их вполне усвояемыми растениями. Они через корни выделяют слабые кислоты, что вызывает местное подкисление почвы в прикорневой зоне.

Трехзамещенные фосфаты двухвалентными катионами весьма слабо растворимы в воде, поэтому большинством растений в заметном количестве не усваиваются.

Разные культуры обладают неодинаковой способностью усваи-

вать фосфор из труднодоступных соединений. Такие культуры, как люпин, гречиха, горчица, могут усваивать фосфор из трехзамещенных фосфатов кальция. В меньшей мере этой способностью обладают горох, донник, эспарцет и конопля.

Как отмечали Э. Рюбензам и К. Рауэ (1960), люцерна, клевер и другие бобовые, в меньшей степени рожь и кукуруза, могут растворять труднодоступные соединения фосфора благодаря своей относительно мощной корневой системе.

Из-за слабой подвижности фосфора в почве практически отсутствуют естественные пути потерь фосфорных соединений, как и естественные источники пополнения, по сравнению с азотом.

Содержание подвижных форм фосфора оказывает непосредственное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. Оптимальный уровень обеспеченности подвижным фосфором для дерново-подзолистых и серых лесных почв (по Кирсанову) находится в пределах 150—250 мг/кг, для чернозема (по Мачигину) — 45—60 мг/га. При этих уровнях обеспеченности фосфором достигается наиболее высокий урожай большинства полевых культур.

Повышение содержания фосфора в почве возможно при внесении органических и фосфорных удобрений. Затраты P_2O_5 для увеличения содержания фосфора в почве на 1 мг составляют в зависимости от гранулометрического состава различных типов почвы от 40 до 120 кг/га.

Калий почвы — основной источник питания растений. Валовое содержание его в почве часто превышает содержание азота и фосфора. Это в значительной мере определяется гранулометрическим составом. В глинистых и суглинистых почвах его содержание достигает 2—3 %. Значительно меньше калия в песчаных, супесчаных и торфяных почвах — снижение его доходит до 0,1 %.

Валовое содержание калия в почве не всегда характеризует обеспеченность им растений, так как в почве бывает лишь около 1 % валовых запасов, доступных растениям. Поэтому об обеспеченности растений калием в разных почвах судят по его подвижным формам.

По доступности растениям все соединения калия в почве можно разделить на пять групп.

1. Калий, входящий в состав минералов почвы (алюмосиликаты). Эта форма калия труднодоступна растениям. Однако некоторое количество калия мусковита, биотита и нефелина может переходить в доступные состояния в результате действия на них диоксида углерода и некоторых органических кислот, выделяемых корнями растений. В зависимости от типа почвы переход калия из обменных форм в обменные протекает с различной интенсивностью. На дерново-подзолистых почвах эта величина составляет ежегодно 15—30 кг/га, на выщелоченных черноземах — около 60 кг.

2. Поглощенный, или адсорбционно-связанный на поверхности почвенных коллоидов, калий — главный источник калийного питания растений. Его в почве может быть 50—300 мг на 1 кг почвы. Рас-

тения в процессе вегетации используют лишь часть обменного калия, в зависимости от свойств почвы, биологических особенностей растений, погодных условий и т. д.

3. Водорастворимый калий составляет 10—20 % количества K_2O , находящегося в обменном состоянии, а по мнению Э. Рюбензана и К. Рауэ, около 1 %.

В неудобренной дерново-подзолистой почве МСХА в течение весенне-летнего периода количество водорастворимого калия колебалось от 1,5 до 5 мг/кг почвы.

Водорастворимый калий наиболее доступен для питания растений. Появляется он в почве главным образом вследствие химического и биологического воздействия на почвенные минералы, а также их гидролиза. Часть калия может переходить из обменного состояния в раствор в результате вытеснения его из поглощающего комплекса различными солями, в том числе и вносимыми в почву удобрениями.

4. Некоторая часть калия почвы входит в состав плазмы микроорганизмов. В дерново-подзолистой почве количество его достигает 40 кг K_2O на 1 га. В доступную форму этот калий переходит лишь после отмирания микробов. Калий содержится также в растительных и животных остатках. После их разложения он становится доступным растениям.

5. Калий, фиксированный почвой. В почве протекают не только процессы превращения калия из труднорастворимых форм в обменную и водорастворимую, но и процессы закрепления калия в необменном состоянии, то есть фиксация его почвой. Этот процесс активно протекает при переменном смачивании и подсушивании почвы.

Почва тяжелого гранулометрического состава отличается повышенной фиксацией калия. Особенно интенсивно фиксируется калий при наличии в почве глинистых минералов группы монтмориллонитов и гидрослюд, которым свойственна внутрикристаллическая адсорбция катионов. Каолинитовая же группа глинистых минералов не обладает этим свойством и не фиксирует калий.

Различные типы почв имеют неодинаковую способность закреплять калий в необменном состоянии. Наиболее интенсивно фиксация калия протекает в солонцах. Черноземы обладают большей способностью фиксировать калий, чем дерново-подзолистые почвы.

Фиксирующая способность почвы проявляется до определенного предела. Фиксация калия из удобрений на дерново-подзолистых почвах невелика и редко превышает 200 кг/га, на черноземах она достигает 300—700 кг K_2O на 1 га. Внесением удобрений можно достичь их полного насыщения емкости фиксации.

По мере повышения содержания калия в почве наблюдается рост урожайности сельскохозяйственных культур. Наибольший урожай на дерново-подзолистых почвах формируется при содержании об-

менного калия в пределах 170—225 кг/га. Этот уровень можно считать оптимальным для дерново-подзолистых и серых лесных почв.

Оптимальное содержание подвижного калия в основных подтипах черноземов колеблется в зависимости от почвы, культуры и метода определения от 130 до 200 мг/кг, по Чирикову, до 400 мг/кг, по Мачигину.

Основной фактор воспроизводства элементов минерального питания — внесение органических и минеральных удобрений. При содержании элементов питания в почве ниже оптимального уровня воспроизводство их должно быть расширенным (внесение НРК выше их выноса с урожаем), а при достижении оптимальных значений — простым.

Кроме рассмотренных элементов большую роль в формировании урожая и его качества играют микроэлементы: марганец, бор, молибден, медь, цинк, кобальт, йод. Они принимают участие во многих физиологических и биохимических процессах у растений. Микроэлементы — обязательная составная часть ферментов, витаминов, ростовых веществ, которые в растениях выполняют важную роль ускорителей и регуляторов сложнейших биохимических процессов. Микробиологические процессы также протекают при участии ферментов, в состав которых входят микроэлементы.

Растениям микроэлементы требуются в очень малых количествах. Однако недостаток, а также избыток их нарушают деятельность обмена веществ у растений. При недостатке микроэлементов растения поражаются различными болезнями, например, сахарная свекла — гнилью сердечка, лен — бактериозом, зерновые культуры на торфянистых почвах — пустозерностью и т. д.

Вынос микроэлементов с урожаем сельскохозяйственных культур с 1 га почвы составляет от десятых долей грамма (молибден) до нескольких сотен граммов (марганец, цинк).

Потребность в микроэлементах удовлетворяется за счет почвенных запасов и внесения навоза, который содержит почти все необходимые для растений микроэлементы. Кроме того, в почву поступают микроэлементы с некоторыми минеральными удобрениями: сырыми калийными солями, фосфоритной мукой, томасшлаком, золой и др. В минеральных удобрениях 70—75 % валового содержания микроэлементов находится в подвижной, то есть усвояемой для растений, форме. Подвижность микроэлементов в навозе значительно меньше, чем в минеральных удобрениях, и составляет не более 25 %.

При получении высоких урожаев потребность растений в различных микроэлементах почвой удовлетворяется не полностью. В этом случае их необходимо вносить с микроудобрениями.

Реакция почвенной среды. Большое значение для плодородия почвы и получения высоких урожаев имеет реакция почвенного раствора. Большинство возделываемых культур и почвенных микроорганизмов лучше развивается при слабокислой или нейтральной

реакции почвы. Однако отдельные виды культурных растений значительно различаются по требовательности как к наиболее оптимальному для их роста интервалу рН, так и к смещению его в ту или другую сторону.

Одни растения не выдерживают кислых почв (люцерна, сахарная свекла, хлопчатник), другие успешно растут на слабокислой почве (люпин, гречиха, лен, картофель), у остальных оптимальная реакция почвенного раствора находится в диапазоне, близком к нейтральной реакции почвенной среды (табл. 4).

4. Оптимальная и допустимая реакция почвенного раствора для основных сельскохозяйственных культур (по Шишкову и Минееву, 1987)

Культура	Оптимальный рН	Допустимый рН	Культура	Оптимальный рН	Допустимый рН
Люпин	4-5	4-6	Клевер	6-6,5	3-8
Картофель	5	4-7	Горох	6-7	5-8
Овес	5-6	4-8	Кукуруза	6-7	5-8
Рожь	5-6	4-7	Пшеница	6-7	5-8
Лен	5-6	5-7	Сахарная свекла	7	6-8
Гречиха	5-6	5-7	Люцерна	7-8	6-8,5

Косвенное действие кислотности проявляется в резком снижении почвенного плодородия из-за увеличения подвижности гумусовых веществ и вредного влияния ионов H^+ на минеральную часть почвы. При этом почва обедняется коллоидами, которые вымываются в подпахотные слои. Недостаток в почве обменных веществ кальция и магния вызывает резкое ухудшение физических и физико-химических свойств почвы (структура, емкость поглощения, буферность). В почвенном растворе появляются свободные ионы алюминия и марганца, токсичные для растений. Подвижность же некоторых микроэлементов (например, молибдена) уменьшается, растения испытывают в них недостаток.

Повышенная кислотность угнетает почвенные организмы, прежде всего нитрификаторы и азотфиксирующие бактерии (клубеньковые и свободноживущие), почвенную фауну (дождевые черви, клещи, ногохвостки). В целом биологическая активность кислой почвы несравненно ниже, чем нейтральной.

Содержание в пахотной почве щелочно-земельных оснований снижается; параллельно идет подкисление почвы. Основными причинами повышения кислотности являются вынос кальция и магния с урожаем и вымывание их из почвы.

Растения с урожаем выносят с 1 га от десятков до нескольких сотен килограммов кальция и магния, в зависимости от культуры и величины урожая. Больше всего кальция и магния потребляют капуста, люцерна, клевер, которые отличаются высокой чувствительностью к повышенной кислотности почвы.

Потери кальция и магния в результате выщелачивания зависят от почвы и количества выпадающих осадков. Так, на кислых по-

чвах может вымываться 200—300 кг/га, на карбонатных — значительно больше. На почвах легкого гранулометрического состава и при промывном водном режиме кальция и магния теряется больше.

Один из приемов воспроизводства реакции почвенного раствора — *известкование* (внесение $CaCO_3$). Известь оказывает многостороннее положительное действие на почву: нейтрализует органические кислоты в почве и вытесняет ионы водорода из поглощающего комплекса. Это способствует устранению обменной и значительному снижению гидролитической кислотности почвы, повышению степени насыщенности почв основаниями и увеличению емкости поглощения.

Улучшение почвенной реакции солонцовых почв достигает *гипсования* (внесением $CaSO_4$). В результате этого устраняется щелочная реакция, улучшаются физико-химические и биологические свойства почвы, облегчается их обработка, улучшается аэрация. Все это приводит к усилению микробиологической деятельности и улучшению плодородия почвы. Повышению эффективности гипсования способствуют глубокая вспашка, снегозадержание, применение удобрений, орошения. Действие гипсования сохраняется на протяжении 8—10 лет.

Интенсивное земледелие базируется на постоянном применении органических и минеральных удобрений. Эффективность минеральных удобрений, как правило, с увеличением доз снижается. Поэтому необходимо повышать коэффициенты использования питательных веществ, вносимых с минеральными удобрениями. Основные направления повышения эффективности возрастающих доз НРК — выведение новых интенсивных сортов сельскохозяйственных культур, совершенствование состава и форм минеральных удобрений, разработка агротехнических приемов рационального использования удобрений.

Бездефицитный баланс питательных веществ должен быть создан на дерново-подзолистых почвах, отличающихся низким потенциальным плодородием, хорошей влагообеспеченностью и связанной с этим высокой окупаемостью удобрений.

На почвах с большими валовыми запасами элементов питания растений (черноземы, пойменные земли) питательный режим можно значительно улучшить рациональной механической обработкой. В этом случае допустимо временное, более интенсивное использование почвенных запасов питательных элементов. Для этого усиливают биохимические и микробиологические процессы.

Наиболее эффективное использование почвенных или внесенных элементов питания растений возможно при создании оптимальных условий водно-воздушного режима почвы. При недостатке влаги растения не могут усваивать запасы питательных веществ; при избыточном увлажнении возникает опасность значительных непроизводительных их потерь.

Рациональному использованию плодородных почв в решающей степени способствует высокая культура земледелия в хозяйстве: своевременное и качественное выполнение всех полевых работ, возделывание лучших районированных сортов культур, защита посевов от сорняков, вредителей и болезней.

Эффективность удобрений зависит от почвенно-климатических условий. Уровень плодородия почвы и состояние ее питательного режима оказывают влияние на выбор вида удобрения, определение соотношения NPK, доз и сроков внесения. В Нечерноземной зоне, где выпадает осадков больше, чем испаряется с поверхности почвы, применение удобрений — высокоэффективное мероприятие. В степной зоне, характеризующейся неустойчивостью водного режима почв из-за преобладания испарения с поверхности над количеством выпадающих осадков, первоочередными задачами являются проведение агротехнических мероприятий по накоплению и рациональному использованию влаги осадков и искусственное орошение почв.

Контрольные вопросы и задания

1. Раскройте понятие о плодородии почвы в современном земледелии. 2. Перечислите показатели плодородия почвы. 3. Охарактеризуйте простое и расширенное воспроизводство плодородия почвы. 4. Что представляет собой модель плодородия почвы? 5. Расскажите о факторах структурообразования. 6. Каковы основные направления воспроизводства структуры почвы? 7. Какова роль глубины пахотного слоя? 8. Назовите статьи прихода и расхода органического вещества почвы. 9. Какова роль сельскохозяйственных культур в балансе гумуса почвы? 10. Раскройте функции почвенной биоты. 11. Каковы основные мероприятия, направленные на воспроизводство фитосанитарного состояния почвы? 12. Расскажите о воспроизводстве агрохимических показателей плодородия почвы. 13. Составьте схему модели плодородия дерново-подзолистой почвы. 14. Составьте схему воспроизводства плодородия почвы.

РАЗДЕЛ II

СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И БОРЬБА С НИМИ

Глава 1

СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И ИХ ВРЕДНОСТЬ

1.1. ПОНЯТИЕ О СОРНЫХ РАСТЕНИЯХ И ИХ ПРОИСХОЖДЕНИЕ

Возделывание в сельскохозяйственном производстве различных культурных растений всегда сопровождается появлением в их посевах многих нежелательных сорных растений. Они оказывают на сельскохозяйственные культуры разностороннее негативное влияние. Поэтому с момента зарождения земледелия человек всегда стремился избавиться от сорняков, используя все доступные ему средства. На сельскохозяйственных угодьях нередко встречаются также малоценные в хозяйственном отношении, вредные и даже ядовитые растения. Поселяясь на промышленных, транспортных и других хозяйственных территориях и объектах, посторонняя и сорная растительность вскрывает твердые покрытия автострад и аэродромов, разрушает здания и сооружения, перекрывает водные артерии и т. д.

Некоторые сорные растения используют в хозяйственных целях (пырей на сено, донники в качестве сидератов, куколь как сырье для винокурения и др.), а нередко также в ветеринарии и медицине (красавка белладонна, валериана лекарственная, сушеница топяная, подорожник большой и др.).

Отсюда следует, что упрощенное понятие о сорных растениях было бы неверно, поскольку оно по своему содержанию весьма обширно, многогранно и противоречиво. Здесь ограничим понятие о сорняках растениеводческой отраслью сельскохозяйственного производства. Тогда в более узком земледельческом аспекте под *сорняками* следует понимать дикорастущие растения, обитающие на сельскохозяйственных угодьях и снижающие величину и (или) качество продукции.

Необходимо четко понимать, что целесообразность борьбы с сорными растениями возникает лишь в ситуациях, когда их произрастание в посевах может снизить урожай культуры и (или) ухудшить качество получаемой продукции.

Нередко в посевах возделываемой культуры встречаются растения другой культуры или другого сорта той же культуры, весьма нежелательные на данном поле. Так, встречающиеся в посевах озимой пшеницы растения озимой ржи снижают качество получаемого зер-

на. В присутствии, например, в посевах яровой пшеницы растений этой культуры другого сорта делает невозможным использование получаемого зерна на семеноводческие цели. Иногда посевы яровых культур бывают сильно засорены с весны появившимися всходами падалицы подсолнечника, образовавшимися из перезимовавших в почве семян.

^Такие растения, относящиеся к культурным видам, но не возделываемые на данном поле и засоряющие посевы основной культуры, называются *засорителями*.

Происхождение как сорных, так и культурных растений связано с первобытным земледелием, возникшим в раннем неолите. С одной стороны, некоторые виды растений из естественных сообществ, обладающих широкой экологической пластичностью, высокой продуктивностью и рядом полезных в пищевом и хозяйственном отношении свойств, человек систематически отбирал и выращивал на обрабатываемых землях. Так были введены в культуру рожь, овес, рыжик, гречиха и другие виды.

С другой стороны, уже на ранних этапах становления земледелия, происходивших в каменном и бронзовом веках, археологи обнаружили в растительных остатках семена таких сорняков, как марь белая, кострец ржаной, овсюг, куколь обыкновенный, куриное просо, подмаренник цепкий и др.

Таким образом, сорные растения эволюционно являются сопутствующим продуктом земледельческой деятельности человека и потому остаются постоянными спутниками культурных растений независимо от способа ведения хозяйства, площади землепользования и уровня интенсификации земледелия.

Появление сорных растений на сельскохозяйственных угодьях вызвано разными условиями. ^Многие виды сорняков, которые на зывают *антропохоры*, попадают на другие поля в процессе хозяйственной деятельности человека (с семенным материалом, навозом, уборочными машинами и т. д.). Большое число видов сорняков появляется на пашне с окружающих естественных территорий или возобновляется из диаспор, сохранившихся в почве после распахивания конкретной площади. Такую группу сорняков называют *анофи-mlj* некоторые из которых оказываются весьма стойкими на пашне [лырей ползучий, бодяк полевой, хвощ полевой и др.).

Сорную растительность сельскохозяйственных территорий подразделяют на несколько групп в зависимости от условий их местобитания. Виды сорняков, предпочитающие постоянно обрабатываемые земли и хорошо приспособившиеся к посевам культуры, составляют группу *сорнополевой*, или *сегетальной*, растительности (редька дикая, горчица полевая, куколь обыкновенный, овсюг, василек синий, ромашка непахучая и многие другие).

После прекращения обработки почвы сорняки этой группы полностью выпадают из формирующего травостоя. Сорняки, обитающие преимущественно у жилых и хозяйственных построек, на свал-

ках бытовых и производственных отходов, по межам и обочинам дорог и т. д., относятся к группе *мусорной*, или *рудеральной*, растительности. По аналогии нередко выделяют сорняки огородные, луговые, пастбищные и др.

Флористический состав сорных растений на сельскохозяйственных угодьях России включает свыше 1100 видов. Однако значение каждого из этих видов по вредоносности для культур весьма неоднозначно и сильно варьирует по природным зонам и от уровня интенсификации земледелия.

Из названного числа в посевах культур одной сельскохозяйственной зоны количество особо вредоносных сорняков уменьшается до 80—100 видов, конкретный флористический состав которых определяется историческими и природными условиями зоны и традиционной технологией возделываемых культур. В посевах же одной культуры на отдельном поле число опасных сорняков обычно не превышает 10—15 видов, состав которых зависит как от экологических условий, так и от вида культуры и ее агротехники.

Поэтому предполагаемые меры борьбы с сорными растениями должны строиться не на общих понятиях, а на конкретных значениях видового и количественного обилия сорняков, на детальном знании их биологических особенностей и экологических предпочтений.

1.2. ВРЕД, ПРИЧИНЯЕМЫЙ СОРНЫМИ РАСТЕНИЯМИ

Сорные растения наносят сельскохозяйственному производству значительный ущерб. Они вредят прежде всего различным культурам, посевы которых засоряют.

Негативное влияние сорняков на культурные растения может быть прямым и косвенным. Прямое влияние сорняков заключается в том, что они непосредственно ухудшают условия жизни культурных растений, перехватывая у них прежде всего влагу, элементы минерального питания и свет.

Многие сорные растения (редька дикая, пикульник заметный, овсюг, амброзия полыннолистная, василек синий, ромашка непахучая) в определенные периоды вегетации расходуют влаги в 1,5—2 раза больше, чем культурные растения. Поэтому на засоренных полях влажность почвы в корнеобитаемом слое понижается на 2—5 %. Даже в Нечерноземной зоне, характеризующейся достаточным увлажнением, эта величина реально приобретает опасное значение для посевов. Опасность заключается в том, что здесь периодически, один раз в 2—3 года, отмечается почвенная засуха, хотя она и различается по продолжительности и величине дефицита влаги.

У некоторых сорных растений корневая система развивается быстрее и глубже проникает в почву, чем у культурных растений. Например, корни овсюга достигают глубины 2 м, донника желтого — 5,5, а корни бодяка полевого на третий год жизни — 7 м. В результа-

те, извлекая остатки доступной влаги, сорняки понижают влажность почвы в корнеобитаемом слое до критического уровня, на что культурные растения реагируют депрессией роста и развития.

Помимо влаги сорняки извлекают из почвы и большое количество различных элементов, ухудшая минеральное питание культурных растений (табл. 5).

5. Вынос азота, фосфора и калия культурами и сорняками, кг/га

Название растения	Урожайность основной продукции, т/га	Вынос		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая пшеница	3,0	80	25	55
Ячмень	30,0	75	28	63
Картофель	20,0	80	40	120
Кукуруза на силос	40,0	116	36	144
Бодяк полевой	—	138	31	167
Пырей ползучий	—	49	31	69
Хвощ полевой	—	280	92	278
Амброзия полыннолистная	—	135	40	157

Как следует из таблицы, сорняки нередко выносят из почвы больше азота, фосфора и калия, чем культуры с достаточно высоким урожаем. Более того, как показали исследования ВИУА, коэффициент использования азота из вносимых минеральных удобрений ромашкой непахучей, редьки дикой, марью белой на 5—12 % выше, чем у пшеницы.

В начале вегетационного периода многие сорняки опережают в росте культурные растения и сильно их затевают. Так, сорняки снижают освещенность посевов ячменя и картофеля соответственно на 17,7 и 23,0 % по сравнению с посевами, где сорняки были удалены. Особенно страдают от затенения сорняками посевы льна, проса, кукурузы, сахарной свеклы, которые медленно развиваются в начальные периоды роста. Кроме того, сильное затенение посевов приводит к ослаблению механической прочности приземной части стеблей культурных растений и вызывает полегание зерновых хлебов, проса, кукурузы и др.

Некоторые сорняки оказывают механическое воздействие на растения культуры. Вьющиеся и тонкостебельные сорняки (горец вьющийся, подмаренник цепкий, вьюнок полевой) оказывают физическое давление на вегетативные органы культуры и вызывают полегание посевов. Ряд сорняков, развивающих в куртинах мощную надземную массу, механически давят на культурные растения и отклоняют их в сторону, подавляя рост растений и вызывая изреживание посевов (марь белая, василек синий, полынь горькая, мать-и-мачеха и др.).

Паразитные и полупаразитные сорняки присасываются с помощью гаусторий к стеблям или корням растений и извлекают из них воду, минеральные и пластические вещества. Особенно опасны повилики, паразитирующие на многих культурах (клевер, люцерна,

лен, свекла и др.), и заразики, поражающие около 100 видов растений (подсолнечник, конопля, томат, табак и др.).

Весьма разнообразно и косвенное негативное влияние сорняков на культурные растения. При затенении посевов сорняками температура почвы снижается на 1—4 °С. Это ослабляет активность микробиологических процессов в почве и биохимических в растениях, что ухудшает условия жизнедеятельности культурных растений.

Многие сорные растения служат резервуарами болезней и вредителей, благоприятствуют их развитию, а затем и массовому поражению ими посевов. Такие сорняки, как горчица полевая, редька дикая, пастушья сумка, сурепка обыкновенная, являются резервуарами грибных заболеваний (капустной килой, белой плесенью, мучнистой росой) культур из семейства крестоцветных. Шетинник сизый, марь белая, паслен черный, василек синий, бодяк полевой служат резервуарами корневой гнили пшеницы, мозаики злаковых культур, вирусных заболеваний картофеля. Источником инвазии картофеля стеблевой нематодой нередко являются ромашка непахучая, паслен черный, ширица запрокинутая, лебеда раскидистая, одуванчик обыкновенный и др. Резервуарами вредной черепашки служат пырей ползучий, мятлик луговой, кострец безостый; озимой совки — марь белая, вьюнок полевой, паслен черный; свекловичного долгоносика — бодяк полевой, чертополох курчавый, горец вьющийся и др.

Косвенная отрицательная роль сорняков выражается и в том, что они существенно осложняют производственную и организационную деятельность сельскохозяйственных предприятий.

На засоренных полях сильно осложняются работы по уборке урожая. Посевы зерновых при этом нередко лежат, а поступающая на тока и зернопункты бункерная масса имеет повышенную влажность и нередко содержит свыше 20—30 % посторонних растительных примесей (сырые части сорняков, их соцветий, плодов и т. д.). Это приводит к увеличению затрат как на транспортировку бункерной массы, так и на ее дополнительную очистку и просушивание.

В зависимости от уровня засоренности посевов затраты на обработку почвы таких полей в Нечерноземной зоне могут возрастать на 30—50 %.

Выпас скота на пастбищах, засоренных чистотелом большим, болиголовом пятнистым, зверобоем продырявленным, звездчаткой злочной, лютиком едким, хвощом полевым, повилками, вызывает заболевание или даже падеж животных. При поедании коровами кормов, содержащих полынь горькую, пижму обыкновенную, ярутку полевую, лук круглый, получают молоко со специфическим, неприятным вкусом. Зерно пшеницы, содержащее примеси семян куколя обыкновенного, плевела опьяняющего, клоповника мусорного, белены черной, непригодно как для выпечки хлеба, так и для скормливания скоту.

С засоренных полей зерно хлебных злаков получают невыполненным и с плохими хлебопекарными качествами. Его натура снижается на 8—10 г, стекловидность — на 0,5—3,3%, а содержание протеина — на 0,6—2,0 % по сравнению с полями, обработанными гербицидами. На засоренных полях у картофеля, свеклы и моркови больше образуется мелких клубней и корнеплодов; содержание в них сухих веществ снижается на 0,1—0,6 %, а аскорбиновой кислоты — на 0,3—0,5 мг на 100 г сырья.

Особенно ощутим ущерб от сорняков, который они наносят земледелию в результате снижения урожаев сельскохозяйственных культур. Так, общие ежегодные потери растениеводческой продукции в мире от вредителей, болезней и сорняков достигают около 35 % потенциального урожая, а в России они составляют в среднем 26%.

По данным ЦИНАО, в нашей стране в средней и сильной степени посевы зерновых засорены на 61 % площадей, сахарной свеклы — на 66, картофеля — на 51, кормовых трав — на 49 % площадей и т. д. При систематической и рациональной организации защитных мероприятий количество сорняков можно снизить до безвредного для посевов уровня. Это позволит реально повысить урожайность зерновых культур на 9—18 %, технических — на 10—17, картофеля и овощных — на 10—15, кормовых — на 10—15 %.

Таким образом, вред, причиняемый сорными растениями, значителен по размеру и разнообразен по форме, и это затрагивает все отрасли сельскохозяйственного производства.

1.3. АГРОФИТОЦЕНОЗЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Понятие об агрофитоценозе. Возделывание сельскохозяйственных растений на ежегодно или периодически обрабатываемых полях всегда сопровождается произрастанием в их посевах как сорных, так и других нежелательных растений. Обилие этих некультивируемых растений на различных полях сильно варьирует и определяется природными условиями конкретного местообитания, запасами диаспор таких растений в почве, флористическим богатством окружающих природных территорий и сельскохозяйственных угодий, принятой технологией возделывания культур, видовым и сортовым составом выращиваемых растений, уровнем культуры земледелия и многими другими факторами. Поэтому на обрабатываемых землях формируются сообщества посевов сельскохозяйственных культур, которые по аналогии с естественными растительными сообществами и применительно к ограниченной территории получили название *агрофитоценоза*.

Произрастая на определенной территории в одном посеве, эти несходные по экологическим требованиям и биологическим особенностям растения оказывают друг на друга многообразное взаим-

ное влияние. Это проявляется в различиях растений по высоте и густоте их стеблестоя, габитусу и мощности вегетативного развития, видимой структуре надземных органов и ритмике развития, продолжительности вегетации и сезонной смене состава, а также в несходстве других их количественных и качественных показателей.

Кроме того, характер, выраженность и направленность взаимовлияний и взаимодействий растений в посеве сильно зависят от конкретных почвенных условий, теплового режима и обеспеченности влагой, вида культуры и способа ее посева, приемов обработки почвы и ухода за посевами, видов, доз и способов внесения удобрений и др. Поэтому на отдельном поле или на каждом из несходных участков формируется свой агрофитоценоз, отличающийся от агрофитоценозов соседних полей и территорий.

Иначе говоря, чем разнообразнее природные и агрономические условия выращивания культур, тем разнообразнее и несходнее формирующиеся агрофитоценозы. Под *агрофитоценозом*, или *полевым растительным сообществом*, следует понимать совокупность культурных и сорных растений посева, характеризующуюся определенным составом, строением и взаимодействием и сформировавшуюся на сравнительно однородной в экологическом отношении сельскохозяйственной территории.

Компоненты агрофитоценоза. В составе агрофитоценоза следует выделить прежде всего два важнейших компонента: сельскохозяйственные культуры и сорные растения.

Первый компонент обычно представлен одним видом возделываемой культуры (одновидовые посевы): озимая рожь, лен-долгунец, подсолнечник, картофель и др. Значительно реже посев состоит из смеси двух-трех и большего количества видов культурных растений (многовидовые посевы): смесь вики с овсом, смесь овса с горохом, подсолнечником и масличной редькой, смесь клевера с тимофеевкой и др.

Возделываемые культуры обычно занимают поле в течение одного вегетационного периода и реже — на более продолжительное время (ячмень, озимая пшеница, клевер, люцерна и др.).

Сорные растения входят в состав конкретного агрофитоценоза в количестве 10—15 видов, реже их число может превышать два-три десятка. Так, в Московской области в агроассоциации (группа агрофитоценозов с одним и тем же видом возделываемой культуры) озимой пшеницы насчитывается от 22 до 40, ячменя — от 17 до 32 и однолетних трав — от 14 до 26 видов сорняков.

В состав сорного компонента также включают и их диаспоры, находящиеся в почве (семена, плоды, корневища, корнеотпрыски, клубни, луковички, корневые шейки и другие органы возобновления).

Формирование широкого видового спектра сорной флоры агрофитоценозов подчиняется эволюционным закономерностям земледелия. В частности, оно обуславливается как наличием в почве

полей большого количества органов генеративного и вегетативного возобновления сорняков, так и поступлением диаспор ряда сорняков с соседних территорий. Это расширяет флористический состав сорного компонента и повышает его экологическую пластичность и устойчивость в агрофитоценозах.

Роль компонентов в агрофитоценозе. Биологическая и хозяйственная роль основных компонентов в агрофитоценозе неравноценна и неоднозначна.

Культурные растения как продукт и объект целенаправленной многовековой хозяйственной деятельности человека всегда получают в посеве опережающее и мощное развитие по сравнению с другими растениями сообщества. Это вполне обосновано, поскольку именно для данной культуры всей системой агротехнических мероприятий земледелец стремится создать на конкретном поле благоприятные условия для ее роста, развития и наивысшей продуктивности.

Культурные растения формируют обычно 90—98 % и более органической массы всего полевого сообщества. Если это оказывалось не так, то на смену таким растениям или наряду с ними в культуру постепенно вводили популяцию растений такого дикорастущего, в том числе и сорного, вида, который по биологической продуктивности и хозяйственной ценности превосходил прежде возделываемую культуру. Следовательно, культурный компонент всегда занимает в сообществе ведущее место, и потому его еще называют *доминантом* агрофитоценоза.

Благодаря опережающему развитию и преобладающему обилию в агрофитоценозе культурные растения обладают и более высокой конкурентной способностью. Поэтому формирование и состояние внутренней фитоценотической среды полевого сообщества определяются культурным компонентом, который выступает также в качестве *средообразователя*, или *эдификатора*, полевых фитоценозов.

Под пологом мощного стеблестоя культурных растений многие сорняки оказываются сильно угнетенными и неразвитыми. При этом величина создаваемой ими органической массы редко превышает 2—5 % всей массы агрофитоценоза.

Таким образом, сложившееся представление о более высокой устойчивости и жизнеспособности популяций сорняков по сравнению с культурными растениями противоречит эволюции природных и полевых сообществ и по своей сущности ошибочно. И только когда культурный компонент оказывается сильно ослабленным (изреженные всходы, несвоевременный посев, сильное поражение вредителями и т. д.), сорные растения могут стать доминантами агрофитоценоза (сорняки холодным летом в кукурузе, метла полевая в озимой пшенице, пикульник заметный и редька дикая в ячмене и

Из других автотрофов в состав агрофитоценозов обычно входят различные водоросли (зеленые, сине-зеленые, диатомовые и др.);

однако синтезируемая ими за год масса органического вещества не превышает 100—150 кг/га.

Формирование агрофитоценоза. Формирование конкретного полевого растительного сообщества начинается с посева определенной сельскохозяйственной культуры. С началом набухания семян, образованием главного и придаточных корней, появлением семядольных и настоящих листьев интенсивность взаимного воздействия культурных растений и сорняков усиливается и обостряется. Характер и выраженность этих взаимоотношений дополняются влиянием на них постоянно обитающих в почве живых организмов (бактерии, грибы, нематоды, дождевые черви, личинки и взрослые особи насекомых и др.).

Если на данном поле высевают или высаживают другую культуру, то выраженность, направленность и характер ее взаимоотношений с другими компонентами сообщества будут протекать иначе. А это повлечет формирование и становление уже другого агрофитоценоза с только ему присущими особенностями состава и строения.

С активизацией жизненных и ростовых процессов, с одной стороны, между компонентами агрофитоценозов укрепляются и стабилизируются формы взаимодействия и взаимовлияния. С другой стороны, усложняется в количественном и видовом отношении само полевое сообщество в результате заселения его различными организмами, в том числе фитопатогенными микроорганизмами и вредными насекомыми. Это обусловливается не только обилием пищи в форме свежего органического вещества, но и формированием стабильной внутренней среды агрофитоценоза, благоприятствующими обитанию и размножению микро- и макроорганизмов. В результате полевое сообщество обогащается по формам жизни, обилию видов и усложняется по качественному проявлению взаимоотношений между составляющими это сообщество организмами.

Любое полевое растительное сообщество независимо от эдафических и биотических условий, в которых оно сформировалось, характеризуется определенной организацией, проявляющейся в составе и структуре конкретного агрофитоценоза и определяется количественным обилием видов, их продуктивностью и другими показателями.

Представленные даже краткие сведения о полевом сообществе свидетельствуют о его внутренней биологической сложности и тесной взаимосвязанности.

При более строгом подходе в состав полевого сообщества еще следует включить потребителей органического вещества (травоядные, различные паразиты растений, гетеротрофные микроорганизмы и т. д.), а также редуцентов растительных и животных остатков (почвообитающие животные, грибы и бактерии).

Такая целостная система живых организмов (культурных и сорных растений агрофитоценозов, полезных и вредных насекомых,

почвообитающих животных и различных микроорганизмов), совместно существующих в конкретных условиях местообитания на участках пахотных угодий, называется *агробиоценоз*, или *агроэкосистема* (по аналогии с понятиями в геоботанике и экологии).

В отличие от агрофитоценоза продуктивность культурного компонента в агробиоценозе зависит уже от несравненно более разнообразных взаимоотношений с другими вредными организмами: сорняками, вредными насекомыми, фитопатогенными микроорганизмами и др. Чем меньше это разнообразие, тем ниже потери органического вещества и выше продуктивность культур в агробиоценозе.

Однако поддержание на низком уровне разнообразия вредных организмов сопровождается неизбежной утратой даже минимальной способности агробиоценоза к саморегуляции. Функционирование агроэкосистемы в желаемом режиме возможно только при постоянном дополнительном поступлении в нее энергии извне, что реализуется в процессе проведения различных сельскохозяйственных работ и агротехнических приемов (мелиорация земель, известкование, внесение удобрения, применение пестицидов, обработка почвы, возделывание определенных сортов культур и др.). Чем интенсивнее производственное воздействие на агроэкосистему, тем ниже ее способность к авторегуляции и выше продуктивность в ней культурного компонента.

1.4. ФОРМЫ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ ПОЛЕВЫХ СООБЩЕСТВ

Между культурным и сорным компонентами полевых сообществ, как и между составляющими их отдельными видами растений, формируются и устанавливаются определенные взаимоотношения. Характер и выраженность этих взаимоотношений — один из факторов, обуславливающих состояние и продуктивность полевых культур.

Многообразие видов и популяций растений, их биологических свойств, экологических условий, их изменчивости в течение сезона и другие свойства растений и среды местообитания определяют богатство форм прямых и косвенных взаимовлияний растений в агрофитоценозе.

Прямые, или контактные, взаимодействия между растениями полевого сообщества выражаются в следующих формах:

1. Паразитизм и полупаразитизм; сущность их выражается отношениями между паразитирующими растениями с растением-хозяином.

2. Механическое давление на стебли и корни выходящих и цепляющихся растений (горох посевной, горец выходящий, подмаренник цепкий, выюнок полевой), сильно ветвящихся растений (редька дикая, пикульник заметный, марь белая, мать-и-мачеха и др.) посред-

ством сильно разрастающейся корневой системы (мятлик однолетний, пырей ползучий, хвощ полевой и др.).

3. Аллелопатия, или биохимическое воздействие, проявляется в том, что выделяемые растениями одного вида (доноры) в окружающую среду газообразные или растворимые соединения ингибируют (угнетают) или стимулируют (благоприятствуют) жизнедеятельность растений других видов (акцепторов). Такие продукты выделения живых растений называют колинами, а образующиеся при разложении отмерших растений или их частей — миазминами.

4. Конкуренция выражается в том, что из-за ограниченности основных факторов жизни (свет, вода, элементы минерального питания и др.) между растениями агрофитоценоза возникает острое соперничество за первоочередное и наиболее полное их использование. В результате доминирующее положение в агрофитоценозе занимают такие виды растений, которые быстрее, лучше и полнее других используют факторы жизни. Растения, конкурентная способность которых в использовании факторов жизни выражена слабо, имеют низкую жизнеспособность еще и потому, что они подавляются культурными эдификаторами посева.

Косвенные влияния проявляются в следующих формах:

1. Средаобразующее влияние растений вида на формирование и состояние внутренней среды полевого растительного сообщества (фитогенное воздействие). Сущность такого одностороннего или взаимного влияния состоит в том, что доминирующие по численности, но прежде всего по массе создаваемого органического вещества растения, формируют и определяют физическое состояние (освещенность, температура, влажность, движение воздуха и др.) и химический состав (содержание кислорода, летучих выделений, радиационной активности соединений, ионный состав и др.) приземного слоя атмосферы, охватываемого растениями полевого сообщества.

Эта внутренняя фитоценотическая среда по отношению к другим растениям сообщества выступает уже как внешнее условие. Его количественная выраженность и качественный состав определяют рост, развитие и жизненное состояние растений других видов, входящих в сообщество.

2. Влияние через почвенные условия (эдафические факторы). Оно проявляется в том, что состав и строение любого полевого сообщества определяются не только воздействием растений друг на друга, но и взаимовлиянием растений и почвы. Последняя в процессе жизнедеятельности растений изменяется в количественном (содержание азота, фосфора, калия, величина pH и др.) и качественном (доступность растениям минеральных элементов питания, почвенной влаги, состав гумуса, агрегатное состояние почвы и др.) отношении. А это соответственно влечет за собой адекватное изменение в составе и строении агрофитоценоза. Поэтому первичная совокупность почвенных условий (экотоп), определяемая физико-географическими свойствами среды, под воздействием расте-

ний сообщества существенно трансформируется в отвечающую их потребностям среду местообитания (биотоп).

3. Отзывчивость растений на внешние воздействия. Она зависит от изменчивости следующих факторов: климатических, определяющих состояние погоды (засуха, затяжные дожди, недостаток тепла, высокие температуры, градобитие, дефляция почвы и др.); биогенных, обуславливаемых жизнедеятельностью микроорганизмов, насекомых, птиц, животных и других живых организмов (развитие болезней, поражение вредителями, стравливание скотом, занос семян птицами и др.); антропогенных, связанных с производственной деятельностью человека (боронование посевов, междурядная обработка, применение пестицидов, внесение удобрений и др.).

Реакция различных компонентов агрофитоценозов на перечисленные внешние воздействия неоднородна. Если по своей направленности они отрицательные, то возрастает фитоценотическая роль в сообществе тех видов, которые слабо реагируют на негативные воздействия или быстро оправляются от нанесенных повреждений.

Если внешнее воздействие благоприятствует жизнедеятельности компонентов сообщества, то прежде всего повысится фитоценотическая роль тех видов, которые наиболее отзывчивы на действующие факторы. Так, при внесении полного минерального удобрения (NPK) в посевах льна-долгунца и ячменя резко повышается роль культуры в формировании сообщества, тогда как жизнеспособность сорняков резко снижается. Напротив, при внесении только азотных удобрений сильно повышается фитоценотическая значимость редьки дикой, горчицы полевой, горца щавелелистного, пикульника двугубого, а следовательно, и засоренность ими посевов.

1.5. ПОРОГИ ВРЕДНОСТИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

Появление сорных растений на полях и других сельскохозяйственных угодьях еще не свидетельствует о безусловной необходимости их полного и немедленного уничтожения. Это объясняется тем, что полностью уничтожить сорняки на поле практически невозможно даже в течение нескольких летних сезонов, а с другой стороны, понесенные при этом затраты на борьбу с ними оказываются экономически неоправданными. Поэтому необходимо исходить из того, что степень отрицательного влияния сорных растений на культуру, хотя и зависит от многих факторов (погодные и почвенные условия, вид культуры, система агротехнических мер и т. д.), но определяется прежде всего обилием сорняков и чувствительностью к ним культурных растений.

При слабой засоренности посевов вред от сорняков практически неощутим. С увеличением массы и численности сорняков в посевах вредоносность их неуклонно возрастает, что сопровождается снижением урожайности культур. Эта зависимость величины урожай-

ности культуры от обилия сорняков в посевах впервые получила научное обоснование в работах И. Н. Шевелева.

Количественная оценка зависимости «сорняки — урожай» позволит решать не только тактические вопросы уничтожения сорняков, но на основе прогноза динамики этой зависимости определять и стратегию борьбы с сорняками на перспективу.

Математическая интерпретация зависимости «сорняки — урожай» для отдельных культур осуществлена рядом ученых с использованием различных видов уравнений. Обобщив многочисленные экспериментальные материалы, А. М. Туликов установил, что количественная зависимость между обилием всего сообщества сорняков и урожайностью любой культуры при 95%-ном уровне вероятности описывается экспоненциальным уравнением регрессии общего вида:

$$U = ae^{-bx} + c,$$

где U — урожайность основной культуры на засоренном участке, $т/га$, %; a — потери урожая при максимальном засорении посевов; e — основание натуральных логарифмов ($e = 2,7183$); b — интенсивность снижения урожайности культуры от сорняков; x — обилие сорняков, шт/м², %; c — урожай при максимальном засорении посевов.

Чтобы воспользоваться этим уравнением для определения фактической или прогнозируемой урожайности в зависимости от фактического или возможного обилия сорняков в посевах, необходимо иметь значения параметров a , b и c для каждой конкретной культуры. Если в уравнение подставить абсолютные значения этих параметров и значения фактической или возможной численности сорняков, выраженной в процентах (за 100 % принимаем 1000 сорняков на 1 м²), то получим урожайность культур, выраженную в процентах (за 100 % принимаем значения урожайности в т/га в посевах, совершенно свободных от сорняков).

Для упрощения всех расчетов величины урожайности культур (в %) в зависимости от обилия сорняков представлены в таблице 6.

6. Прогноз урожайности основных культур по функции $U = ae^{-bx} + c$ в зависимости от численности сорняков (% от урожая без сорняков)*

Культура	Число сорняков на 1 м ²						
	5	10	25	50	100	200	500
Озимая пшеница	98,1	96,4	91,4	84,2	72,9	59,0	46,5
Яровая пшеница	98,2	96,6	91,7	84,3	72,4	56,1	37,5
Ячмень	98,5	96,9	92,6	86,5	76,8	65,1	54,6
Гречиха	97,0	94,2	86,8	77,2	65,6	56,7	53,6
Рис	98,4	96,2	92,5	85,8	74,7	59,1	40,2
Лен-долгунец	99,1	98,2	95,7	91,5	84,0	71,3	47,2
Кукуруза на силос	97,1	94,3	86,4	74,8	56,9	34,7	14,8
Картофель	97,6	95,3	89,1	80,6	68,8	57,0	50,9
Сахарная свекла	97,0	94,1	86,0	74,2	55,9	33,8	14,2
Подсолнечник	97,4	94,9	88,2	78,6	64,9	50,3	40,8

Культура	Продолжение						
	Число сорняков на 1 м ²						
	5	10	25	50	100	200	500
Соя	93,4	87,7	74,2	60,9	50,5	47,0	46,8
Однолетние травы	98,0	96,0	90,3	81,7	67,4	47,4	23,1
Многолетние травы	97,0	94,3	87,9	80,9	74,6	71,8	71,4

"Туликов, 1987.

С помощью этой таблицы специалист может оперативно решать многие практические вопросы. Например, если в посевах кукурузы на силос применение гербицидов позволило снизить число сорняков со 100 до 10 на 1 м², то это обеспечило прибавку урожая зеленой массы в 37,4 %. А при урожайности на обработанном гербицидом участке зеленой массы кукурузы 55,0 т/га (94,3%) фактическая прибавка составила 21,8 т/га (37,4 %).

Аналогично можно решить и многие другие как частные тактические вопросы (установить прибавку урожая культуры при полном уничтожении сорняков; определить возможные потери урожая, если засоренность будет снижена только на 50 %, и т. д.), так и стратегические (определить конкурентоспособность культур по отношению к сорнякам; при конкретном уровне засоренности установить, какую культуру с меньшим риском для потери урожая следует размещать на данном поле, и т. д.).

Установленная и количественно описанная аналитическим уравнением регрессии зависимость «сорняки — урожай» математически подтверждает увеличение общей вредоносности сорняков с возрастанием их численности в посевах. Однако здесь следует различать общую и удельную вредоносность сорняков. Под *удельной вредоносностью* сорняков следует понимать величину потерь урожая культуры в расчете на единицу обилия сорняков (на 1 г, на 1 растение и т. д.).

Тщательный анализ как уравнения «сорняки — урожай», так и данных таблицы 6 в динамике показывает, что чем выше засоренность посевов, тем меньше удельная вредоносность сорняков.

Полученный результат имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Важно, что при одинаковом числе уничтоженных сорняков прибавка урожая культуры на сильнозасоренном участке значительно меньше, чем на слабо засоренном.

Полученное уравнение количественной зависимости урожайности культуры от обилия в посевах растений всего сообщества сорняков дает теоретическую основу для установления уровней обилия сорняков, обуславливающих необходимость и целесообразность борьбы с ними.

В зависимости от реакции культур на сорные растения различают следующие *уровни засоренности*, или *пороги вредоносности*, сорняков в посевах: фитоценотический, критический, экономический и экономической целесообразности.

Фитоценотический порог вредоносности (ФПВ) — такое обилие сорняков, при котором они не причиняют культурным посевам вреда. Возможности произрастания сорняков обычно обуславливаются неиспользуемыми полностью культурой факторами жизни: свет, влага и др. Например, улучшение произрастания сорняков в результате естественного освещения и меньшего потребления влаги с фазы молочной спелости посевами зерновых культур или кукурузы.

Критический (статистический) порог вредоносности (КПВ) — такое обилие сорняков, которое вызывает статистически недостоверные потери урожая. При такой засоренности потери обычно не превышают 3—6 % фактического урожая, хотя иногда могут и ощущаться хозяйством.

Однако борьба с сорняками оказывается нецелесообразной, поскольку стоимость дополнительного урожая обычно не покрывает затрат на проведение истребительных мероприятий.

Экономический порог вредоносности (ЭПВ) — то минимальное количество сорняков, полное уничтожение которых обеспечивает получение прибавки урожая, окупающей затраты на истребительные мероприятия и уборку дополнительной продукции. При этом прибавка урожая обычно превышает 5—7 % фактического урожая. На полях с низкой урожайностью или низкой стоимостью основной продукции экономический порог вредоносности сорняков определяется прибавкой урожая в 8—12 %. А для ряда технических культур (лен-долгунец, сахарная свекла) она может снижаться до 2—4 %.

Производственная деятельность любого сельскохозяйственного предприятия оправдана при условии, что оно получает от этого определенную экономическую прибыль. Такая минимальная экономическая прибыль достигается, если рентабельность производства в хозяйстве составляет не менее 25—40 %. Учитывая это и исходя из предложения В. А. Захаренко, следует признать необходимым введение еще *порога экономической целесообразности борьбы с сорняками* (ПЭЦБ). Под ним понимают такое обилие сорняков, полное уничтожение которых обеспечивает рентабельность системы истребительных мероприятий не менее 25—40 %. Но поскольку техническая эффективность истребительных мероприятий обычно не превышает 70—90 %, то фактическое количественное обилие сорняков должно превышать в 1,1—1,4 раза теоретический порог экономической целесообразности борьбы, чтобы гарантировать принятый уровень рентабельности (табл. 7).

7. Порога вредоносности сорняков в посевах полевых культур, шт/м² (Туликов, 1987)

Культура	Интервалы значений НСР _{min} , %	Критические порога		Экономические пороги	
		наименьшие	наибольшие	наименьшие	наибольшие
Озимая пшеница	4-7	12	20	14	26
Яровая пшеница	4-7	12	21	15	27
Ячмень	4-7	13	26	16	32

Культура	Интервалы значений НСР $\frac{100}{\%}$	Продолжение			
		Критические пороги		Экономические пороги	
		наименьшие	наибольшие	наименьшие	наибольшие
Гречиха	4-6	7	10	8	14
Рис	4-6	И	20	16	27
Лен-долгунец	2-3	11	17	17	23
Кукуруза на силос	4-6	6	11	8	14
Картофель	3-5	6	11	8	13
Сахарная свекла	3-5	5	9	7	11
Подсолнечник	4-6	7	12	10	16
Соя	4-6	3	5	4	7
Однолетние травы	7-10	17	27	23	32
Многолетние травы	7-10	12	20	17	25

Количественные величины экономических порогов вредности сорняков должны быть конкретными не только для каждой культуры и отдельного хозяйства, но и для определенного поля и даже каждого вида используемых гербицидов.

По вредности сообщества сорняков в посевах отдельных культур сильно различаются. Наиболее высока вредность сорняков в посевах пропашных культур, тогда как в зерновых и травах она значительно ниже.

Разнообразие возделываемых культур и видового состава сорняков, различие почвенно-климатических и производственно-экономических особенностей хозяйств, как и несходство других условий земледелия, свидетельствуют о многообразии, динамичности и зональности экономических порогов вредности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур.

1.6. ГЕРБАКРИТИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ КУЛЬТУР

Вредность сорняков определяется не только их обилием и составом, но и чувствительностью к ним культурных растений в зависимости от их фазы роста.

Массовые всходы сорняков в посевах зерновых, появляющиеся во второй половине вегетации, уже не оказывают существенного отрицательного влияния на урожайность культур. Борьба с ними в этот период преимущественно улучшает условия уборки культур и предотвращает увеличение запаса семян сорняков в почве под следующую культуру.

Однако в посевах таких культур, как лен-долгунец, сахарная свекла, картофель, овощные, бурный рост сорняков во второй половине вегетационного периода и выход их в верхний ярус посева снижают урожайность из-за ухудшения условий жизни культур и резко возрастающих потерь при уборке. Поэтому такие поздние сорняки, обуславливающие вторичное засорение посевов, необходимо уничтожать.

В этой связи особенно важны знания о фазах и периодах высокой чувствительности культур к произрастающим в посевах сорнякам.

Такие периоды, определяемые фазой развития и продолжительностью отрицательной реакции культур на сорняки, называют *критическими* по отношению к сорнякам, или *гербакритическими*.

Формирование чистых посевов к началу гербакритического периода, как и поддержание посевов практически свободными от сорняков в течение всего периода роста, гарантирует получение максимального в конкретных условиях урожая культуры при минимальных затратах на борьбу с сорняками.

Знание гербакритического периода культур позволяет не только установить оптимальные сроки проведения истребительных мероприятий, но и свести к минимуму возможные потери урожая культур от сорняков.

У большинства культур начало гербакритического периода приурочено к ранним периодам роста культур. Озимая пшеница наиболее чувствительна к сорнякам в первые четыре недели после посева, т. е. осенью. Вредность же сорняков, появившихся в озимой пшенице с весны, снижается в 2-4 раза, хотя и вызывает уменьшение урожая на 7 %.

Интересные практические результаты получены в Нечерноземной зоне при изучении реакции озимой пшеницы на продолжительность произрастания в ее посевах сорных растений. Так, произрастание сорняков в течение 15 дней с начала вегетации культуры снизило урожайность зерна озимой пшеницы на 6,2 %; 30 дней — на 7,3; 73 дней — на 15,2; 94 дней — на 23,9 и в течение 110 дней — на 33,7 %.

Индифферентный период культур к сорнякам, в течение которого они практически безвредны для посевов, определяется агротехникой и биологией возделываемых растений. По исследованиям ряда ученых, до вступления культуры в гербакритический период у овса проходит 1-1,5 нед, сахарной свеклы 3-4, подсолнечника — 2, сорго — 3, сои — 2-3 и фасоли — не более 1 нед.

Таким образом, борьбу с сорными растениями в посевах необходимо начинать заблаговременно, до вступления культуры в гербакритический период. Проведение истребительных мероприятий в такие сроки дает максимальный эффект как по величине и качеству получаемой продукции, так и по размеру чистого дохода и уровню рентабельности дополнительных расходов.

Однако в практике сельскохозяйственного производства оптимально возможные по агротехническим условиям сроки проведения истребительных приемов нередко перекрываются с гербакритическим периодом культур. Так, химическую прополку посевов зерновых культур с помощью гербицидов из группы феноксиксусных кислот проводят с фазы полного кущения до начала выхода в трубку, когда культура в течение одной-двух недель уже находится в гербакритическом периоде. Аналогичная ситуация складывается и на посевах некоторых пропашных (кукуруза, картофель и др.), если игнорируются приемы уничтожения сорняков в до- и послевсходо-

вый период и всю систему истребительных мероприятий переносят на период междурядных культиваций. Поэтому специалист всегда должен исходить из важного агрономического принципа — после вступления культуры в гербакритический период меры борьбы с сорняками дают тем меньший экономический эффект, чем позднее их стали реализовывать.

Глава 2

БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

2.1. СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРНЯКОВ

Сорные растения обладают многими биологическими свойствами и экологической устойчивостью, которые позволяют им удерживаться в полевых сообществах, несмотря на научно обоснованную технологию возделываемых культур. Всесторонние и глубокие знания этих особенностей позволяют установить, в какие моменты сорняки наименее стойки к различным агрономическим приемам и наиболее чувствительны к неблагоприятным внешним факторам. Это помогает спроектировать такую рациональную и малозатратную систему предупредительных и истребительных мероприятий, которая обеспечивает эффективное уничтожение как вегетирующих сорняков, так и находящихся в почве органов их возобновления. Естественно, выраженность и значимость биоэкологических свойств и особенностей у различных по видовому составу популяций сорняков неодинаковы, что вызывает необходимость их детального рассмотрения.

Широкому и быстрому распространению сорных растений способствует их высокая семенная продуктивность. Если в посевах одно растение озимой ржи способно образовать 120—200 зерен, льна-долгунца — 60—100 семян, то одно растение ковра ржаного может дать 1420 семян, василька синего — 6820, осота полевого — 19 тыс., ромашки непахучей — 54 тыс., мари белой — 100 тыс., дескурении Софии — 730 тыс., а щирицы белой — до 2 млн семян.

Многие из попавших в почву плодов сорняков оказываются в неблагоприятных условиях и погибают. Значительная же часть из оставшихся плодов способна сохранять жизнеспособность в почве длительное время и этим обуславливает засорение посевов последующих культур на несколько лет вперед.

2.2. СПОСОБЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕМЯН И ПЛОДОВ СОРНЯКОВ

Распространение семян и плодов сорняков осуществляется или с помощью специальных приспособлений у растений — *автохорно*, или же с помощью различных агентов — *аллохорно*.

У автохорных растений дисперсия семенных зачатков происходит с помощью различных приспособлений, приводимых в действие механическими силами. Так, у горчицы полевой, капусты полевой, редьки дикой, желтушника левкойного, ромашки непахучей семена и плоды рассеиваются вокруг материнских растений под действием силы тяжести — *автобарохорно*.

Механическое разбрасывание семян, обусловливаемое возникающим напряжением в высыхающих покровных тканях плодов, наблюдается у аистника цикутного, фиалки полевой, горошка узколистного и других сорняков.

Многие сорняки имеют плоды в виде коробочки, которые при созревании в них семян открываются зубчиками (куколь обыкновенный, дрема белая, торица полевая), дырочками (мак-самосейка, колокольчик реповидный), крышечкой (белена черная, очный цвет) и т. д. При колебании растений, вызываемом порывами ветра, семена из коробочек рассеиваются вокруг растения.

С помощью ветра — *анемохорно* — распространяются семена одуванчика лекарственного, бодяка полевого, крестовника обыкновенного, мелкопестника канадского и многих других сорняков из семейства сложноцветных. Они снабжены перистыми летучками, благодаря которым могут переноситься на окружающие поля и дальние территории даже при слабом ветре (рис. 8).

Растения некоторых сорняков сильно ветвятся и к концу вегетации приобретают форму шарообразного куста — «перекати-поле». При порывах ветра высохший стебель обламывается у основания и растения легко перекатываются на дальние расстояния, рассеивая

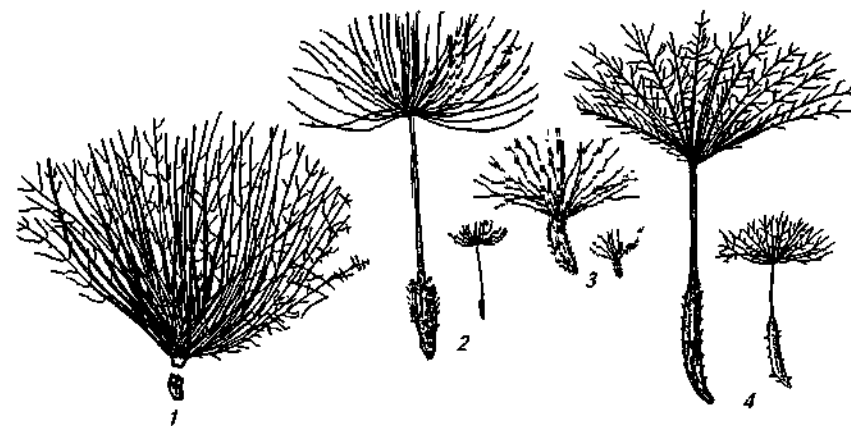


Рис. 8. Плоды сорных растений с летучками:

1 — бодяк полевой; 2 — одуванчик лекарственный; 3 — крестовник обыкновенный; 4 — козлобородник восточный

при этом семена (солянка русская, щирица белая, дескурения Софии, клоповник мусорный, качим постенный и др.).

Семена и ягоды многих сорных растений распространяются с помощью животных, птиц, насекомых, т. е. *зоохорно*.

Плоды или соцветия липучки ежевидной, дурмана обыкновенного, подмаренника цепкого, череды трехраздельной, лопуха большого имеют специальные выросты в виде якорьков, крючочков, зубчатых шипиков, щетинок, остей и т. д., с помощью которых они цепляются к шерсти животных, одежде человека, перьям птиц и переносятся на соседние поля и на новые местообитания (рис. 9).

Распространению (диссеминации) сорняков способствуют и некоторые насекомые. Муравьи переносят в свои жилища плоды фиалки полевой, чистотела большого, которые они используют в пищу, а красные клопы растаскивают семена конопли сорной.

Плоды и семена некоторых сорных растений достаточно успешно переносятся водой — *гидрохорно*. Чем медленнее смачиваются и погружаются в воду семена, тем у них больше возможности распространяться водой. Потоки весенних и дождевых вод переносят в пониженные элементы рельефа поля семена метлы полевой, костра полевого, василька синего, живокости полевой, мари белой, ситника жабьего и других сорняков, где образуются их сплошные заросли.

Распространению многих видов сорняков содействует человек в процессе повседневной сельскохозяйственной деятельности. Семена и плоды многих сорняков широко распространяются с недостаточно тщательно очищенным посевным зерном и посадочным материалом. Много семян и плодов разных сорняков разносится с почвой, сохраняемой на клубнях картофеля и корнеплодах свеклы, на корнях рассады овощных и саженцев садовых культур. Так периодически из южных районов страны в хозяйства Нечерноземной зоны заносятся щирица жминда, галинсога мелкоцветная, портулак огородный, амброзия полыннолистная, горчак ползучий и др.



Рис. 9. Плоды сорняков с прицепками:

1 — морковь дикая; 2 — липучка ежевидная; 3 — подмаренник цепкий; 4 — череда; 5 — репейник; 6 — дурнушник

2.3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕМЯН

Покой семян. Свежеосыпавшиеся на почву семена сорных растений сразу все никогда не прорастают. Это обусловлено пребыванием их в состоянии естественного или вынужденного покоя.

Естественный (глубокий или физиологический) *покой* осыпавшихся семян и плодов может определяться незавершенностью в них физиолого-биохимических процессов (борщевик обыкновенный, подмаренник цепкий, пастушья сумка, горошек четырехсемянный и др.); наличием непроницаемых для воды и воздуха покровных тканей (донник белый, горец шероховатый, пикульник заметный, редька дикая, чистец однолетний, вьюнок полевой, синяк обыкновенный, свербига восточная, горец выющийся и др.); содержанием в покровных тканях ингибиторов, задерживающих их прорастание (горчица белая, горчица полевая, фиалка полевая, овсюг, белена черная, мелколепестник канадский, одуванчик обыкновенный, мак-самосейка, коровяк мохнатый, подорожник большой, кардия крупновидная, паслен черный и др.).

Вынужденный (вторичный или экологический) *покой* у семян и плодов обычно вызывается отсутствием благоприятного сочетания внешних экологических факторов, которое способствует их прорастанию (недостаток влаги, избыток тепла, отсутствие света, наличие растительных ингибиторов, продуцируемых другими видами, и т. д.).

В отличие от культурных растений, семена которых должны обладать высокой дружностью прорастания, семена сорняков имеют очень растянутый период прорастания.

Растянutosть периода всхожести сохраняется и у семян сорняков, постоянно пребывающих в почве. В Нечерноземной зоне появление всходов из семян подмаренника цепкого, щирицы запрокинутой, бодяка полевого, осота полевого продолжается в течение двух лет, у горца шероховатого и торицы полевой — 5–6 лет, у редьки дикой, горца выющегося, пикульника обыкновенного, мари белой, ярутки полевой, дымянки лекарственной — свыше 10 лет.

Долговечность. Семена большинства культурных растений сохраняют жизнеспособность обычно не более 4–7 лет и при условии хранения их в помещениях в оптимальных условиях. Семена же и плоды многих сорняков не теряют жизнеспособности даже после многих лет пребывания в почве.

О необычной долговечности семян сорняков свидетельствуют данные опыта, заложенного У. Биллом еще в 1879 г. в Мичиганском колледже (США). Установлено, что семена звездчатки средней, горчицы полевой, пастушьей сумки, щирицы запрокинутой, донника желтого сохраняли жизнеспособность после 30-летнего погребения в почве, а семена вьюнка полевого, щавеля курчавого, горчицы черной в этих условиях не теряли всхожести даже через 50 лет.

Разноплодие. У некоторых видов сорняков семена или плоды, сформировавшиеся в одном соцветии, различаются по морфо-

логическим и физиологическим признакам (*разноплодие*, или *гетерокарпия*). Это увеличивает возможности вида закрепляться на осваиваемой территории и внедряться в новые агрофитоценозы.

Так, у мари белой образуются, семена трех видов: крупные, плоские, зеленовато-коричневые светлых тонов, прорастают осенью в год образования; средние по размеру, округло-выпуклые, с тонкой оболочкой, зеленовато-черные, прорастают на второй год; очень мелкие, округло-овальные, густо-черные, прорастают обычно на третий год и позднее.

В метелке овсяга на концах веточек формируются колоски с разнотипными по биологическим признакам зерновками. В верхней части колоска образуются мелкие темноокрашенные зерновки, легко осыпавшиеся, период их покоя до 16—22 мес. Они образуют всходы с глубины не более 10—12 см, а растения по ритмике развития схожи с поздними яровыми. Зерновки из нижней части колоска самые крупные, светлоокрашенные, осыпавшиеся позднее и поэтому засоряют посевной материал культуры. Период покоя этих зерновок около двух-трех месяцев, по окончании которого они в благоприятных условиях дружно всходят, давая проростки с глубины 18—25 см, и развиваются как раннеспелые растения. В средней части метелки формируются зерновки промежуточные по морфологическим и биологическим признакам.

У сорняков из семейства астровых (сложноцветных) (крестовник весенний, козлобородник большой и др.) семена, формирующиеся у центра соцветия (корзинки), имеют менее короткий период покоя, чем расположенные у края.

Разновременное созревание семян и плодов. В процессе естественного отбора у малолетних сорняков сформировалась способность заканчивать жизненный цикл несколько раньше, чем у культурных растений. Это приводит к тому, что уже заблаговременно (до оптимального срока уборки культуры) значительная доля образовавшихся на растениях сорняков семян осыпается на почву. Кроме того, исключается возможность непосредственно удалить эти семена с поля, как это легко удается с семенами сорняков, которые попадают, например, в бункер комбайна при обмолоте зерновых культур.

Так, в посевах озимых хлебов за полторы-две недели до их обмолота полностью отмирают растения редьки дикой, пастушьей сумки, ярутки полевой, дивалы однолетней, торичника красного, и большая доля их семян попадает в почву. Несколькими днями позднее начинают осыпаться на почву уже созревшие на отдельных веточках семена ромашки непахучей, василька синего, живокости полевой, костра ржаного, метлы полевой и др.

У многих сорных растений периоды созревания и дисперсии сильно растянуты, что не позволяет полностью исключить засорение почвы. О неравномерности осыпания зерновок у овсяга говорят данные, полученные в НИИСХ Юго-Востока (табл. 8).

8. Осыпание овсяга в посевах яровой пшеницы (по Смирнову)

Дата наблюдения	Количество осыпавшихся семян овсяга	
	шт/м ²	% общего
24.07	1066	9
27.07*	1658	14
30.07**	3316	28
5.08***	5092	43
8.08	6987	59
14.08	8409	71
22.08	11369	96

*Начало восковой спелости пшеницы 25.07.

**Полная восковая спелость пшеницы 29.07.

***Полная спелость пшеницы 4.0^а.

Как следует из представленных в таблице 8 данных, период созревания зерновок у овсяга весьма растянут, а к фазе полной спелости пшеницы, когда приступают к обмолоту урожая, в почву поступает почти половина образовавшихся семян.

В степных районах России некоторые сорняки, такие, как ежовник петушье, просо, щетинник сизый, щирца запрокинутая, солянка русская, в посевах зерновых сильно подавляются и почти не образуют семян. Однако после обмолота зерновых и при благоприятно складывающихся в невзлущенной стерне питательного и водного режимов и короткого светового дня они ускоренно проходят жизненный цикл и через 2—3 нед образуют дополнительные 40—60 млн семян на 1 га, пополняя имеющиеся в почве запасы диаспор сорняков. Такие сорняки получили название *пожнивных*.

Многочисленными исследованиями установлено, что в пахотном слое почвы на отдельных полях находятся семена 10—25 различных видов сорняков при их общем количестве от 120 млн до 3—4 млрд на 1 га.

Учитывая громадный по численности потенциальный запас семян и плодов сорняков в почве, необходимо вести систематическую борьбу с сорняками. Это одна из самых актуальных задач в земледелии на ближайшую перспективу.

Прорастание семян и плодов сорных растений. Оно определяется рядом внешних условий, из которых рассмотрим лишь некоторые.

Свежеосыпавшиеся в период уборки культуры семена сорняков прорастают весьма слабо, и их всхожесть в осенний период обычно не превышает 3—8 %. После осенне-зимнего и более длительного пребывания в почве в результате физиологического дозревания и увеличения проницаемости нарушенных покровных тканей всхожесть семян с весны значительно повышается.

Прорастание семян в решающей степени определяется их требованием к обеспеченности влагой и теплом. Такие сорняки, как щетинник зеленый, ежовник петушье, просо, щирца запрокинутая,

чистец однолетний хорошо прорастают при влажности почвы 12—15 %, тогда как для прорастания семян метлы полевой она должна составлять не менее 30 %.

Семена многих сорняков достаточно хорошо прорастают при температуре почвы свыше 3—7 °С (мокрица-звездчатка, редька ди-кая, торица полевая, овсюг, марь белая, ярутка полевая, ромашка непахучая и др.), тогда как семена щетинника сизого, проса рисово-го, щирицы жминдовидной, солянки русской (курай) и ряда других видов, засоряющих поздние культуры, способны прорасти при температуре почвы свыше 18—20 °С.

Свет также может благоприятно влиять на всхожесть семян, ус-коряя их прорастание у портулака огородного, зверобоя продыряв-ленного, метлицы полевой, щавеля курчавого и др.

В отличие от культурных растений прорастание семян и плодов у большинства видов сорняков весьма растянуто и появление их всходов наблюдается в течение всего вегетационного периода. Это усложняет борьбу с сорняками в посевах, особенно во второй поло-вине лета.

Уровень засоренности посевов определяется не только и не столько жизнеспособностью семян сорняков почвенного банка, сколько числом их появившихся всходов. Семена и плоды боль-шинства сорняков лучше всего прорастают в почве с глубины не бо-лее 5 см. С глубины, в 2 раза большей, прорастают гречиха татарс-кая, горошек мышиный, кострец ржаной, дурнишник игольчатый, подсолнечник сорный, а семянки овсюга способны прорасти и образовывать полноценные всходы даже с глубины 20—25 см. С увеличением глубины расположения в почве всхожесть семян неук-лонно снижается, а образовавшиеся из них проростки не достигают поверхности и погибают.

Интенсивность такого процесса усиливается при периодичес-ком рыхлении пахотного слоя, что благоприятствует очищению его от семян сорняков даже в засушливых районах Поволжья. Напро-тив, при заделке семян сорняков в глубокие и плотные слои почвы семена испытывают острую гипоксию, что приводит к их физиоло-гической консервации на более продолжительное время.

Рассмотренные биологические особенности семян и плодов по-зволяют сорнякам даже при однократном обсеменении обеспечить появление их всходов на протяжении нескольких последующих лет. Это определяет необходимость ежегодного проведения истреби-тельных мероприятий против сорняков в посевах многих культур севооборота.

2.4. ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ МНОГОЛЕТНИХ СОРНЯКОВ

В почве полей наряду с семенными зачатками находятся и корни многолетних сорняков (корневища, луковичи, клубеньки и др.), способные к вегетативному размножению и называемые *корнями*

размножения. Высокая экологическая пластичность этих сорняков определяется как количественным обилием, так и высокой регене-рирующей способностью корней размножения (табл. 9). У многих из них значительная часть таких корней располагается и в подпа-хотном слое, проникая нередко на глубину до 1—2 м и более. Вслед-ствие этого большая часть корневой системы оказывается недосяга-емой для почвообрабатывающих орудий, глубина работы которых обычно не превышает мощность пахотного слоя.

9. Характеристика корней размножения многолетних сорняков в пахотном слое почвы (по данным Смирнова, Котта, Туликова и др.)

Вид растения	Масса, г	Длина, м	Число адвентивных почек
Бодяк полевой	144,2	80,5	410
Горчак розовый *	592,0	65,8	250
Молокан татарский	310,5	32,5	130
Осот полевой	102,3	24,6	831
Мать-и-мачеха	1524,0	170,0	2596
Пырей ползучий	1520,0	126,5	5550
Хвощ полевой	162,5	2625,0	45
Чистец болотный	1079,0	523,0	7009

В корнях размножения запасаются пластические вещества в форме углеводов, содержание которых в зависимости от вида расте-ния и времени вегетации колеблется от 5—12 до 35—54 %. На них образуется большое количество адвентивных (придаточных) почек. При повреждении корней почвообрабатывающими орудиями часть этих почек пробуждается и формирует взамен уничтоженных новые растения.

При обработке находящиеся в пахотном слое корни размноже-ния разрываются и дробятся на обломки различной длины. В благо-приятных условиях эти отрезки способны приживаться и даже об-разовывать самостоятельные растения. Высокой приживаемостью характеризуются корни размножения осота полевого, пырея ползу-чего, латукататарского, хвоща полевого, тогда как приживаемость таких корней у горчака ползучего, бодяка полевого, вьюнка полево-го выражена очень слабо.

С уменьшением величины отрезков корней их способность к ре-генерации убывает. Тем не менее корни размножения ряда много-летних сорняков (осот полевой, пырей ползучий и др.) способны к регенерации даже при длине обломков 1—5 см.

Более того, сильное измельчение корней многолетних сорняков стимулирует пробуждение на их отрезках большого количества ад-вентивных почек. В результате регенерационная способность (оп-ределяемая по количеству образовавшихся побегов на 1 м) корней размножения возрастает в 1,5—2 раза и более (табл. 10).

10. Регенерационная способность корней размножения при их измельчении

Длина отрезка корней, см	Число образовавшихся побегов на 1 м корней размножения		
	латук татарский	осот полевой	пырей ползучий
20	100	100	100
15	140	—	104
10	200	173	138
5	400	200	251
3	400	209	—
2	—	—	—
1	—	262	—

Поэтому изредка проводимые в чистом пару обработки почвы или небрежные междурядные культивации пропашных приводят к сильному зарастанию этих полей сорняками.

С уменьшением длины корней размножения, а следовательно, и с сокращением запасов пластических веществ приживаемость их резко убывает. Поэтому измельчение корней и последующая их заделка в почву на глубину не менее 20—25 см практически полностью исключают регенерацию многолетних сорняков из пахотного слоя от отрезков их корней размножения. На этом и строится механическое уничтожение многолетних сорняков, называемое *методом душения*.

Приживаемость обломков корней размножения резко снижается при увеличении плотности (свыше 1,1 г/см³), снижении влажности (ниже 15—20 %) и температуры (ниже 5—10 °С) почвы. Так, корневища свинороя пальчатого и сорго алепского (гумая) полностью погибают за зимний период на полях, вспаханных на зябь.

Высокая экологическая пластичность наблюдается у многолетних сорняков и в неблагоприятные периоды их жизни. При глубоком механическом повреждении корней, чрезмерном уплотнении почвы, длительной засухе корневая система горчака ползучего, бодяка полевого, осота полевого, латука татарского, хвоща полевого впадает в состояние покоя на 2—3 года. С наступлением благоприятных условий сохранившаяся часть корневой системы возобновляет регенерацию подземных отпрысков, из которых затем формируются полноценные растения. Этим и объясняется нередко неожиданное обильное появление на вспаханных полях многолетников, присутствие которых в посевах в предшествующие годы практически не наблюдалось.

Все это обуславливает высокую жизнеспособность и устойчивость многолетних сорняков, если борьбу с ними ведут без учета их биологических и экологических особенностей.

2.5. СОРНЯКИ КАК ИНДИКАТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Приуроченность многих видов сорных растений к определенным полевым сообществам свидетельствует не только об их фитоценотической совместимости с культурой, но и о предпочтениях к почвенным условиям среды местообитания. В последнем случае обобщенную реакцию сорняков следует рассматривать в двух аспектах: как индикацию природных эдафических условий и как реакцию их на свойства почвы, в какой-то степени измененные агротехническими мерами в процессе хозяйственной деятельности человека.

При изучении реакции сорных растений на эдафические условия следует прежде всего остановиться на их отзывчивости на обеспеченность почвы влагой, реакцию почвенной среды и обеспеченность элементами минеральной пищи.

По отношению к уровню увлажнения почвы выделяют следующие группы сорных растений:

гигрофиты — встречаются почти исключительно на сырой слабоаэрируемой почве (сушенница топяная, ситник лягушачий, метла полевая, хвощ полевой, мята полевая, чистец болотный, лютик ползучий);

гигромезофиты — предпочитают достаточно влажные и хорошо аэрируемые почвы (марь белая, марь многосемянная, дымянкa аптечная, подмаренник цепкий, ромашка непахучая, ярутка полевая, осот полевой);

ксерофиты — предпочитают хорошо аэрируемые, теплые и временами сильно просыхающие почвы (щирца запрокинутая, щирца жминдовидная, чистец однолетний, аистник цикутный, смолевка-хлопушка, щетинник зеленый, ежовник петушье просо, амброзия полыннолистная).

Использование этих сведений обычно ограничивается учетом фактической ситуации, тогда как возможности ее регулирования практически исключены.

По реакции на величину pH почвенного раствора (актуальная кислотность) целесообразно выделить такие группы сорняков:

оксифиты — встречаются преимущественно на почвах с величиной pH < 5,0 (щавель малый, торица полевая, дивала однолетняя, торичник полевой, ромашка непахучая, редька дикая, метла полевая, ситник лягушачий);

оксилемезофиты — произрастают на почвах с реакцией почвенного раствора от слабокислой до слабонейтральной (овсюг, лебеда раскидистая, желтушник левкойный, ярутка полевая, белена черная, чистец болотный, лапчатка гусиная, осот полевой);

индифферентные реакции почвенного раствора (марь белая, пастушья сумка обыкновенная, куколь обыкновенный, мелколепестник канадский, пикульник заметный, тысячелистник).

Присутствие популяций нескольких видов из конкретной группы дают основания для оценки целесообразности последующего

известкования почв. Этот прием нередко вследствие изменения флористического состава сорняков и улучшения развития культуры резко снижает засоренность посевов.

По уровню отзывчивости на обеспеченность почвы элементами минерального питания обычно выделяют «элементопозитивные» и «элементнегативные» группы сорных растений. Однако в практике земледелия важно знать сорняки, которые положительно реагируют на высокое содержание в почве определенных элементов минерального питания.

К группе *нитрофилов* относятся марь белая, марь многосемянная, лебеда раскидистая, редька дикая, горчица полевая, горец щерохватый, пикульник заметный, пикульник двурасчепленный, ежовник петушье просо, мятлик однолетний, шавель малый. В качестве *фосфатфилов* следует выделить сорняки: крестовник обыкновенный, фиалка полевая, торица полевая, торичник красный, дымянкa аптечная, яснотка стеблеобъемлющая. Из группы *калиефилов* необходимо назвать подмаренник цепкий, лебеду раскидистую, ярутку полевую, осот полевой.

Приведенная группировка сорняков по отношению к различным элементам минерального питания не является строгой, так как с изменением минерального питания обычно меняются и другие условия жизни. Вследствие этого может существенно измениться и реакция сорняков на отдельные элементы. Тем не менее эти сведения, дополненные другой информацией экологического и фитоценологического содержания, позволяют наиболее рационально использовать известковые материалы и минеральные удобрения. При этом успешно удается или избежать усиления засоренности посевов, или, предвидя его, заблаговременно разработать меры по более полному уничтожению сорняков.

Рассмотренные биологические свойства и экологические предпочтения сорняков свидетельствуют о многообразии форм и способов приспособляться как к фитоценоотическим, так и к экологическим условиям пахотных земель. Поэтому только детальные знания этих особенностей и их глубокой научной интерпретации могут способствовать разработке системы действенных мер по снижению обилия и вредоносности сорных растений.

Глава 3

КЛАССИФИКАЦИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ КАРТИРОВАНИЕ

3.1. КЛАССИФИКАЦИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

Широкий флористический состав сорных растений, обитающих на пахотных землях и других сельскохозяйственных угодьях, разнообразие их биологических особенностей, экологическая неоднородность особей популяции даже одного вида настолько усложняют

борьбу с сорняками, что из-за видимой безграничной многофакторности она представляется почти неразрешимой. Ботаническая классификация сорных растений, основанная на их морфологических признаках, малопригодна для разработки научной практической программы борьбы с сорняками в производственных условиях, поскольку в одну систематическую группу обычно попадают растения, сильно различающиеся по биологическим признакам.

В настоящее время в практике земледелия широко используют классификацию, построенную на основе учета важнейших биологических признаков сорняков: способ питания, продолжительность жизни и способ размножения.

По способу питания сорняки делят на три неравных по численности типа: паразитные, полупаразитные и непаразитные.

Паразитные сорные растения (гетеротрофы) полностью утратили способность к фотосинтезу и извлекают воду, минеральные и органические вещества из растения-хозяина. У этих сорняков листья редуцированы, а контакт их с растением-хозяином осуществляется с помощью специальных органов-присосок, или гаусторий. В зависимости от места их связи с растением-хозяином их делят на две биогруппы: корневые и стеблевые паразитные сорняки.

К *полупаразитным* (гемигетеротрофы) относят сорняки, которые не только способны к фотосинтезу, но также используют воду и растворенные в ней минеральные и частично органические вещества из растения-хозяина. При отсутствии растения-хозяина эти сорняки наряду с фотосинтетическим аппаратом развивают и свою корневую систему. Среди них выделяют такие же две биогруппы: корневые и стеблевые.

Непаразитные сорняки — наиболее обширная по флористическому составу и количественному обилию группа растений, имеющих негативное значение для сельскохозяйственного производства. Это обычные автотрофы. По преобладающему способу размножения и продолжительности жизни их подразделяют на два подтипа: малолетние и многолетние.

К подтипу малолетние относят сорняки, которые размножаются только семенами, продолжительностью жизни не более двух лет и полностью отмирают после плодоношения. Исходя из продолжительности жизни, выделяют следующие биогруппы этих сорняков: эфемеры, яровые ранние, яровые поздние, зимующие, озимые и двулетние. Сорняки этих биогрупп плодоносят один раз (монокарпики) и имеют одногодичный цикл развития (моноциклики), кроме последней биогруппы (дициклики).

К подтипу многолетние относят растения, которые вегетируют в течение нескольких лет и почти ежегодно плодоносят (полуциклические поликарпики). В зависимости от способности к семенному и вегетативному размножению выделяют биогруппы: стержнекорневые, мочковатокорневые, ползучие, луковичные, клубневые, корневишные и корнеотпрысковые.

Рассмотренная группировка сорных растений как по их биологическим признакам, так и на основе учета их экологических предпочтений в агрофитоценозах получила название *агробιοлогической классификации*, полная схема которой представлена в таблице 11.

11. Агробιοлогическая классификация сорных растений

Непаразитные		Полупаразитные	Паразитные
малолетние	многолетние		
1. Эфемеры	1. Стержнекорневые	1. Корневые	1. Корневые
2. Яровые ранние	2. Мочковатокорневые	2. Стеблевые	2. Стеблевые
3. Яровые поздние	3. Ползучие		
4. Зимующие	4. Луковичные		
5. Озимые	5. Клубневые		
6. Двулетние	6. Корневищные		
	7. Корнеотпрысковые		

Использование в земледелии приведенной классификации имеет два важнейших позитивных аспекта. Первый, научный, аспект заключается в том, что в одну биогруппу объединяют только те виды, которые по биологическим признакам сходны между собой и с видом засоряемой ими культурой. Второй, производственный, аспект свидетельствует о том, что для борьбы с сорняками одной биогруппы, а нередко и сходных биогрупп можно с успехом использовать сходную систему уже испытанных и экономически оправданных мероприятий, не требующую дополнительных затрат.

Многочисленными исследователями установлено, что нередко популяции сорняков одного вида в различных природных условиях ведут себя как растения различных биологических групп. Так, горчица полевая и куколь обыкновенный в северо-западных районах России — типичные яровые ранние сорняки, тогда как в южных районах они ведут себя как зимующие растения. Некоторые сорняки, например, василек синий, ромашка непахучая, ярутка полевая, имеют как яровые, так и зимующие формы. Типичные корнеотпрысковые многолетники осот полевой и вьюнок полевой на переуплотненных почвах обычно ведут себя как стержнекорневые сорняки.

Некоторые виды сорняков приобрели биологические признаки, которые придают им большое сходство с засоряемой культурой (время появления всходов, ритмика развития, продолжительность жизненного цикла и т. д.). Эти сорные растения, обычно приуроченные к одной культуре, образуют особую группу *специализированных сорняков*.

К специализированным сорнякам озимой ржи относятся, например, костер ржаной и полевой; к сорнякам овса — овсюг, гречихи — гречиха татарская, льна-долгунца — торица льняная, рыжик льняной, плевел расставленный, риса — просо рисовое. Многие из этих сорняков вне посевов засоряемой культуры не встречаются, так как заносятся на поле обычно с семенным материалом.

Иногда приуроченность сорняков к посевам культур происходит и по морфологическим признакам растений: высота, габитус, форма соцветия, листьев, окраска и т. д. Морфологическая аналогия в посевах льна-долгунца присуща плевелу расставленному; в посевах ячменя — горцу шероховатому, мари белой, проса — ежовнику пестуше просо, риса — просу крупноплодному.

Приуроченность сорных растений тесно связана и с отбором их по физико-механическим признакам. Сходные по форме, размеру, массе, парусности семена и плоды сорняков попадают в семенной материал культурных растений. В результате резко осложняется его очистка от семенных зачатков таких сорняков, которые получили название *трудноотделимых*. В озимой ржи к ним относят костер ржаной, в пшенице — софору лисохвостую, головчатку сирийскую, синеглазку, гречиху татарскую. Особые трудности возникают при очистке ячменя и овса, засоренных соответственно овсюгом и овсом щетинистым, редькой дикой и термопсисом ланцетolistным. В посевах льна к трудноотделимым сорнякам относят торицу льняную, плевел расставленный, сорго алепское, горчак ползучий и др.

Среди сорных видов повышенное внимание уделяют группе карантинных сорняков, к которым относят «особо вредоносные, отсутствующие или ограниченно распространенные на территории страны или отдельного региона сорняки, включенные в Перечень карантинных объектов». В соответствии с Перечнем от 6 октября 1992 г. к карантинным сорным растениям для Российской Федерации отнесены следующие виды:

- I. Не зарегистрированные на территории России:
 Бузинник пазушный (ива многолетняя) — *Iva axillaris*;
 Паслен линейнолистный — *Solanum elaeagnifolium*;
 Паслен Каролинский — *Solanum carolinense*;
 Подсолнечник калифорнийский — *Helianthus californicus*;
 Подсолнечник реснитчатый — *Helianthus ciliaris*;
 Ценхрус малоцветковый (якорцевый) — *Cenchrus pauciflorus*;
 Стриги (все виды) — *Striga*.
- II. Ограниченно распространенные на территории России:
 Амброзия полыннолистная — *Ambrosia artemisiifolia*;
 Амброзия трехраздельная — *Ambrosia trifida*;
 Амброзия многолетняя — *Ambrosia psilostachya*;
 Горчак ползучий (розовый) — *Acroptilon repens*;
 Паслен колючий (клювовидный) — *Solanum rostratum*;
 Паслен трехцветковый — *Solanum triflorum*;
 Повилики (все виды) — *Cuscuta*.

Для борьбы с сорняками, а также наиболее злостными и особо вредоносными растениями, выявляемыми в конкретном регионе для каждой группы культур, используют специальные мероприятия, поскольку общие приемы агротехники здесь неэффективны.

3.2. ХАРАКТЕРИСТИКА СОРНЫХ РАСТЕНИЙ, НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ

Ниже приводится характеристика сорняков, которые наиболее распространены и обильны в агрофитоценозах основных сельскохозяйственных районов страны. Описание сорняков проведено по их биологическим группам. Более детальное описание видов сорных растений по их морфологическим, биологическим, экологическим особенностям даны в ряде научных работ и учебных пособий (Никитин, 1982; Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов, 1987; Г. И. Баздырев, 1995).

3.2.1. МАЛОЛЕТНИЕ СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ

Эфемеры. Это растения с очень коротким периодом вегетации (1,5—2 мес), способные давать за сезон несколько поколений. Представитель — *звездчатка средняя*, или *мокрица* (*Stellaria media*), из семейства гвоздичных. Мокрица хорошо и быстро развивается в пониженных влажных местах, на орошаемых овощных, тщательно обрабатываемых участках. Стебли ветвящиеся, почти стелющиеся, способные давать придаточные корни из прилегающих к почве узлов. Одно растение дает 15—25 тыс. семян.

Семена мокрицы мелкие; при заделке в почву глубже 3 см всходов не дают. При позднем развитии перезимовывают. Жизнеспособность семян в почве сохраняется в течение 2—5 лет.

Яровые ранние сорняки. Прорастают рано весной и заканчивают развитие до уборки культурных растений или одновременно с их созреванием.

К ранним яровым относятся: овсюг (*Avena fatua*), марь белая (*Chenopodium album*), торица полевая (*Spergula arvensis*), горец шероховатый (*Polygonum scabrum*), горчица полевая (*Sinapis arvensis*).

Яровые поздние сорняки. Прорастают при достаточном прогревании почвы. В посевах зерновых растения медленно развиваются и созревают в послеуборочный период. Семенные зачатки их осыпаются и попадают на поверхность почвы. В посевах поздних культур семена этих сорняков созревают одновременно с культурными растениями и попадают в урожай. Всходы этих сорняков, появляющиеся осенью, погибают от морозов задолго до плодоношения. Из поздних яровых распространены щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), щетинник зеленый (*Setaria viridis*), ежовник обыкновенный, или петушье просо (*Echinochloa crusgalli*) и др.

Зимующие сорняки. Эти растения заканчивают вегетацию при ранних весенних всходах в том же году, а при поздних способны перезимовать в любой фазе роста. После перезимовки они образуют розетку прикорневых листьев, быстро растущий стебель и довольно рано заканчивают вегетацию. Семена попадают преимущественно в почву.

Весенние всходы не образуют прикорневой розетки листьев,

развиваются как яровые, созревая одновременно или несколько позднее уборки зерновых культур.

Эти биологические особенности зимующих сорняков позволяют им успешно произрастать в посевах как озимых, так и яровых культур. К этой группе относятся: пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris*), ярутка полевая (*Thlaspi arvense*), василек синий (*Centaurea cyanus*), ромашка непахучая (*Matricaria perforata*), дескурения Софии (*Descurainia sophia*), живокость полевая (*Consolida regalis*), мелколепестник канадский (*Erigeron canadensis*) и др.

Пастушья сумка и *ярутка полевая* обладают большой экологической пластичностью, имеют яровые и зимующие формы и засоряют посевы озимых и яровых хлебов, пропашные культуры и кормовые травы. Они произрастают в паровых полях, по обочинам дорог и полей, в усадьбах и молодых перелогах. Яровые формы созревают через 40—45 дней после появления всходов и могут дать несколько поколений в течение года. Семена мелкие, имеют растянутый период прорастания, сохраняют жизнеспособность в почве до 6—7 лет.

Василек синий встречается преимущественно в Нечерноземной зоне. Засоряет озимые и яровые зерновые культуры, многолетние травы.

Более широкий ареал имеет *ромашка непахучая*. Ее можно встретить в посевах зерновых, пропашных культур и многолетних трав по всей европейской части России, в Сибири и на Дальнем Востоке. После скашивания может отрастать.

Озимые сорняки. Они отличаются от зимующих сорных растений тем, что требуют для своего развития пониженных температур осенью и зимой. Независимо от времени прорастания они дают стебель, цветки, плоды и семена только на следующий год. По биологическим особенностям это засорители озимых хлебов.

Наиболее распространены костер ржаной (*Bromus secalinus*), костер полевой (*Bromus arvensis*) и метлица обыкновенная (*Apera spica-venti*).

Размножаются только семенами. Зерновки *костра ржаного* созревают одновременно с рожью и попадают в семенной материал, от которого трудно отделяются. *Костер полевой* имеет более мелкие семена с остью. Зерновки *метлицы* очень мелкие и попадают преимущественно в почву и мякину.

Жизнеспособность семян в почве сохраняется от 2 (у костра полевого) до 4 лет (у метлицы). Костер прорастает в почве с глубины до 10 см, а метлица — не глубже 5 см. Костер ржаной и метлица сильно засоряют озимые хлеба на избыточно увлажненных, бедных и плохо обработанных почвах. Костер полевой менее влаголюбив и чаще встречается в Центрально-Черноземной зоне.

Двулетние сорняки. Растения проходят полный цикл развития за два года. Весенние всходы в первый год образуют розетку листьев и несколько стеблей в нижнем ярусе. В этот период корневая система

уходит глубоко в почву. На следующий год весной стебель быстро развивается, и растения летом дают семена. Типичные двулетники, прорастая осенью, плодоносят лишь через 2 года, т. е. после второй перезимовки. Однако некоторые, проросшие осенью, развиваются как озимые, дают семена на следующий год. Есть такие растения, которые имеют и однолетние формы. Иногда после плодоношения двулетники не отмирают, а дают побеги от корневой шейки или даже от отрезков корня (свербига восточная).

К этой группе относятся донники — лекарственный (*Melilotus officinalis*) и белый (*Melilotus albus*), резак обыкновенный (*Falcaria vulgaris*), белена черная (*Hyoscyamus niger*), липучка ежевидная (*Lappula squarrosa*), свербига восточная (*Bunias orientalis*) и др.

Донник лекарственный — засухоустойчивое растение, засоряет посевы яровых и озимых культур, многолетних трав, межи и обочины дорог. Встречается повсеместно. Высота стебля достигает 2,5 м. Семена покрыты водонепроницаемой оболочкой и могут сохранять жизнеспособность, находясь в почве, десятки лет.

Белена черная — специализированный засоритель мака. Семена и всходы белены по размеру и окраске очень похожи на семена мака и трудноотделимы от них.

Донник лекарственный и белена черная во всех частях растений содержат ядовитые алкалоиды и гликозиды. Скармливание донника скоту вызывает болезненные явления у животных и придает молоку неприятный вкус. Еще больший вред причиняют листья, стебли и особенно семена белены.

3.2.2. МНОГОЛЕТНИЕ СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ

Стержнекорневые сорняки. Многолетние сорняки, не имеющие специальных вегетативных органов размножения, могут ежегодно давать новые побеги от придаточных почек нижней части стебля, втянутой в почву, в результате укорачивания главного корня. Среди них преобладают стержнекорневые растения: полынь горькая (*Artemisia absinthium*), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus*), короставник полевой (*Knautia arvensis*), щавель кислый (*Rumex acetosa*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*) и др.

Общий признак растений этой группы — стержневой главный корень, проникающий в глубь почвы у некоторых видов до 1,5—2,0 м. Подрезанный корень или его отрезок образует вертикальные корни и дает новые побеги. Главный корень у некоторых сорняков может расщепляться вдоль (партикуляция) и давать начало новым растениям, образуя плотный куст.

Стержнекорневые многолетние сорняки обладают ограниченной способностью к вегетативному размножению. Плоды (семянки) имеют растянутый период прорастания. Семянки этих сорняков засоряют почву, где они сохраняют жизнеспособность от 2 до 7 лет. Прорастают с глубины не более 5 см и лишь отдельные виды — с глубины до 7 см (короставник). Они засоряют различные полевые и

овощные культуры, встречаются в садах и на лугах. В Центрально-Черноземной зоне распространена полынь горькая. На юге, в центральных районах европейской части России и в Сибири распространен цикорий обыкновенный. В Нечерноземной зоне на лугах, в посевах многолетних трав, на дорогах и перелогах встречаются щавель кислый, одуванчик.

Стержнекорневые сорняки не выдерживают систематической обработки почвы. Послеуборочное лущение стерни, зяблевая вспашка и подрезание появившихся розеток полностью их уничтожают на пашне. В сеяных травах, на лугах, обочинах дорог эти сорняки систематически подкашивают, но более полно их уничтожают с помощью гербицидов.

Мочковатокорневые сорняки. Небольшая группа этих сорняков, лишенных специальных органов вегетативного размножения, имеет мочковатые корни. К ним относятся лютик едкий (*Ranunculus acris*) — сорняк лугов и увлажненных мест, а также подорожник большой (*Plantago major*), встречающийся в многолетних травах, на залежах, в садах, усадьбах и нередко в посевах зерновых культур. Размножаются эти сорняки семенами и вегетативно от корневой шейки. При подрезании корневой шейки мочковатокорневые многолетники не отрастают.

Ползучие сорняки. В качестве органов вегетативного размножения эти сорняки имеют стеблевые побеги (усы, плети и т. д.), стелющиеся по земле и укореняющиеся в узлах. К ним относятся лютик ползучий (*Ranunculus repens*), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina*), будра плющевидная (*Glechoma hederacea*) и др. У всех ползучих сорных растений, кроме будры плющевидной, стеблевые побеги однолетние. По мере роста происходит укоренение их в узлах, образуются розетки листьев, которые зимуют, а в следующем году развиваются как самостоятельные растения. Число стеблевых побегов от одного растения при благоприятных условиях достигает 5—8, а длина каждого — 2 м. Размножение семенами у этих сорняков, хотя и имеет подчиненное значение, выражено сильно.

Правильная обработка почвы, особенно лущение стерни и зяблевая вспашка, служит хорошим средством уничтожения этих сорняков, как и применение гербицидов.

Луковичные и клубневые сорняки. К клубневым сорнякам относятся чистец болотный (*Stachus palustris*), сныть круглая (*Cyperus rotundus*) и др., луковичным — лук круглый (*Allium rotundum*), лук огородный (*Allium oleraceum*).

Клубневые сорняки образуют на корнях или подземных стеблях утолщения, которые после перезимовки дают начало новому растению. Кроме того, они размножаются семенами, в почве долго сохраняют жизнеспособность и медленно прорастают.

Луковичные сорняки размножаются семенами, а также луковичками, образующимися в нижней части стебля у основания материнской луковички. При обработке почвы луковички отделяют от нее и

переносят на новые места. Осенью они прорастают, а после перезимовки образуют стебель, несущий соцветие, на котором развиваются семена.

У лука огородного луковички образуются в соцветии и во время уборки попадают в зерно. Дикие луки встречаются в посевах зерновых и бобовых, а также на целине и лугах в средней и южной частях России. Все виды лука портят продукцию, придавая ей неприятный вкус и запах.

Корневищные сорняки. Растения представлены значительным количеством широко распространенных трудноискоренимых видов, засоряющих сельскохозяйственные культуры. Органами вегетативного размножения у них служат подземные стебли — корневища. Наиболее распространенные злостные сорняки этой группы пырей ползучий (*Elytrigia repens*), колосняк ветвистый, вострец (*Leymus ramosus*), свинорой пальчатый (*Cynodon dactylon*), сорго алепское, гумай (*Sorghum halepense*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*).

Важный биологический признак этой группы сорняков — продолжительность жизни корневищ и способность их образовывать почки и новые побеги.



Рис. 10. Пырей ползучий

Наименьшую глубину залегания корневищ из перечисленных сорняков отмечают у *пырея ползучего*. До 90 % его корневищ размещается в почве на глубине до 12 см (рис. 10). Молодые корневища пырея появляются в начале лета, а в конце следующего лета отмирают; образовавшиеся осенью могут перезимовывать 2 раза и жить 15—16 мес. Почки на мелких отрезках корневищ прорастают полнее и дружнее, чем на крупных или целых. Поэтому размельчение корневищ усиливает побегообразование, что используют для борьбы с пыреем ползучим.

Корневища *колосняка ветвистого* на рыхлых почвах находятся на глубине 20—25 см, а на плотных — 15—20 см и менее. Они расположены горизонтально, не выходят на поверхность почвы, имеют острый прочный конец, пронизывающий встречающиеся на его пути плотные участки по-

чвы, корни и клубни других растений. Длина всех горизонтальных корневищ, на которых образуются узлы и почки у одного растения, достигает 100 м и более. На третий год на старых вертикальных корневищах образуются только слаборазвитые листья, а на четвертый корневища отмирают. Отрезки горизонтальных корневищ короче 10 см плохо приживаются и быстро отмирают.

Корневища *свинорой пальчатого*, как и колосняка ветвистого, живут несколько лет, но наиболее жизнеспособны в возрасте 2—3 лет. Они то уходят на значительную глубину, то снова выходят на поверхность, обладают высокой приживаемостью, особенно молодые, но при недостатке влаги быстро отмирают.

Сорго алепское имеет три типа корневищ (А. И. Мальцев): первичные (старые), сохранившие жизнеспособность и образующие плодоносящие стебли; вторичные, отрастающие от первичных, короткие, выходящие наружу и дающие новые растения; третичные (запасные), отходящие от этих молодых растений. Основная масса (до 90 %) корневищ сорго алепского размещается в пахотном слое почвы, но некоторые из них проникают на 45 см и глубже.

Хвощ полевой имеет несколько ярусов плотных жестких корневищ (рис. 11). В их узлах образуются утолщения в виде клубеньков, которые отделяются от корневищ и из адвентивных почек дают новые побеги. В верхних узлах вертикальных корневищ осенью образуются почки, дающие на следующий год спороносные и вегетирующие побеги. Рано весной появляются спороносные побеги, образующие в марте — мае созревшие споры. Жизнеспособность корневищ хвоща полевого высокая. Отрезки их при наличии даже одного узла способны приживаться, отрастают с глубины 30 см и более.

Способность к семенному размножению у корневищных сорняков неодинаковая. Слабее она выражена у пырея ползучего и колосняка ветвистого. Хорошо развитые растения свинорой пальчатого дают по 2—3 тыс. семян, которые долго держатся на растении и засоряют почву. Основная часть семян сорго алепского прорастает после перезимовки, весной. Споросные побеги хвоща полевого дают огромное количество спор, которые не играют большой роли в размножении.

Наибольшее распространение из корневищных сорняков имеет пырей ползучий, встречающийся повсюду, кроме сильно засушливых районов. Здесь он уступает место вострецу ветвистому как более засухоустойчивому и морозостойкому сорняку. Колосняк ветвистый распространен в степной зоне европейской части России и в Сибири. Как и пырей ползучий, он засоряет все культуры.

Свинорой пальчатый засоряет полевые и овощные культуры, сады, виноградники и другие угодья. Сорго алепское (гумай) засоряет посевы суданки, сорго, пропашных, но сильно подавляется посевами люцерны, озимой вики и озимой пшеницы. Распространен-

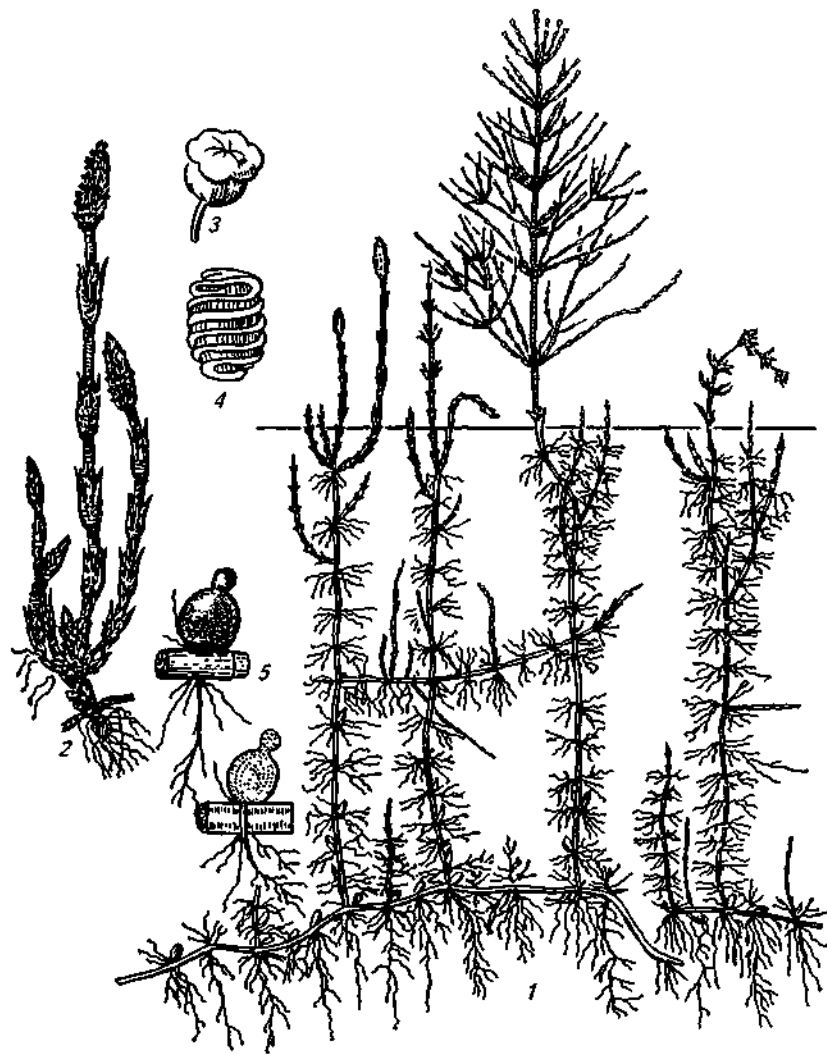


Рис. 11. Хвощ полевой:

1- корневища с корнями и надземными побегами; 2- надземные спороносные побеги; 3- споростебель со спорангиями; 4- спора; 5- отрезок стебля и клубенька

ны эти сорняки в южных районах России, на Украине, в Закавказье и на орошаемых землях Средней Азии.

Хвощ полевой распространен в лесолуговой зоне на дерново-подзолистых почвах и в Центрально-Черноземной зоне в пониженных местах с неглубоким залеганием грунтовых вод. Засоряет все культуры, но особенно вредит посевам многолетних трав.

Мероприятия по борьбе с корневищными сорняками направлены прежде всего на уничтожение вегетативных органов размножения. В зависимости от биологических особенностей, глубины залегания их корневищ в почве применяют разные методы подавления жизнеспособности этих сорняков.

Корнеотпрысковые сорняки. Эти растения обладают сильно выраженной способностью к вегетативному размножению. Оно происходит с помощью вертикальных и горизонтальных корней размножения, на которых расположены многочисленные спящие почки. Пробуждающиеся почки образуют в различном направлении и на неодинаковом расстоянии от материнского растения корневые отпрыски (подземные побеги), переходящие в полноценные надземные побеги. Позднее эти дочерние растения формируют свою корневую систему и, теряя связь с материнским растением, сами становятся очагами вегетативного размножения. Постепенно вокруг одного материнского растения появляется много самостоятельных растений, занимающих площадь в несколько квадратных метров. При дальнейшем размножении отдельные куртины сливаются в сплошной массив сорняков.

Из корнеотпрысковых сорняков наиболее распространены осот полевой (*Sonchus arvensis*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*), латук татарский (*Lactuca tatarica*), горчак ползучий (*Acroptilon repens*), молочай лозный (*Euphorbia villosa*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris*), шавель воробьиный (*Rumex acetosella*).

Вегетативные органы размножения корнеотпрысковых сорняков размещаются в почве на разной глубине, имеют неодинаковую (но в общем высокую) способность к отращиванию. Большинство из них в отличие от корневищных сорняков обладает высокой семенной плодовитостью, что вызывает дополнительные трудности в борьбе с ними. Попавшие в почву семена корнеотпрысковых сорняков некоторых видов прорастают сразу (осот полевой, шавель малый и др.) или медленно (вьюнок полевой, горчак ползучий). Лучше прорастают с глубины 1—2 см. В почве семена сохраняют жизнеспособность несколько лет.

Горизонтальные корни размножения у большей части растений этой группы располагаются в пределах пахотного слоя, мельче — у осота полевого и молочая (5—15 см), глубже — у бодяка полевого, горчака ползучего (до 25—30 см). Часть корневых отпрысков латука татарского и вьюнка полевого залегает в подпахотном слое. Высокой жизнеспособностью отличаются корни размножения и их об-

ломки осота полевого, бодяка полевого, латука татарского и др. Немножко слабее побеги образуются от отрезков корней у вьюнка полевого. Подрезанные отпрыски этих сорняков приживаются плохо.

Корнеотпрысковые сорняки распространены всюду. Они засоряют все полевые культуры, развиваются на чистых парах, в садах, усадьбах и перелогах. В Нечерноземной зоне чаще встречаются осот полевой и бодяк полевой. Бодяк полевой и вьюнок полевой засоряют преимущественно черноземные и каштановые почвы в лесостепной и степной зонах. В степных засушливых районах юго-востока России и в Сибири широко распространены латук татарский, горчак ползучий и др.

3.2.3. ПАРАЗИТНЫЕ И ПОЛУПАРАЗИТНЫЕ СОРНЯКИ

Паразитные и полупаразитные сорняки — немногочисленная группа, паразитирующая на некоторых культурных растениях.

Паразитные сорняки. К корневым паразитным растениям относятся все виды (около 100) заразих. Это однолетние растения без зеленых листьев. Семена очень мелкие, легко разносятся ветром. Вместе с просачивающейся водой они попадают в почву, где сохраняют всхожесть до 5 лет и более. Повышенная концентрация иона водорода в корневых выщелениях растения-хозяина способствует прорастанию семян. Росток паразита проникает в глубь

корня растения-хозяина, образует там присосок, а над ним снаружи корня — утолщения. Из его верхней части вырастает бесцветный мясистый стебель — цветонос, а из нижней выходят придаточные корешки с присосками. При сильном засорении на корнях одного растения-хозяина развивается до 50 и более цветоносов. Пораженные растения плохо растут, дают низкий урожай или погибают до плодоношения.

В России наиболее распространены следующие виды заразих.

Заразиха подсолнечная (*Orobancha cithara*) — паразитирует преимущественно на корнях подсолнечника, а также на табаке, томате и на некоторых сорняках. Распространена в районах возделывания подсолнечника, особенно на Северном Кавказе, в Среднем и Нижнем Поволжье (рис. 12).

Заразиха ветвистая, или конопляная (*O. ramosa*), — паразитирует на

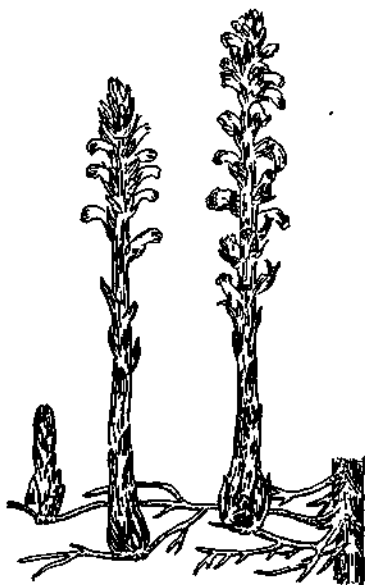


Рис. 12. Заразиха подсолнечная

конопле, табаке, капусте, тыкве, дыне, моркови, подсолнечнике и на сорняках — крапиве, дикой конопле и др.

Заразиха египетская (*O. aegyptiaca*) — поражает свыше 90 видов растений, в том числе и культурные: капусту, редьку, морковь, картофель, томат и бахчевые культуры. Встречается на юге европейской части России. Самый опасный вид.

Наиболее распространены стеблевые паразиты — все виды повилики (*Cuscuta* sp.). Это однолетние растения, размножающиеся семенами. Вместо листьев на стебле повилики имеются чешуйки. Стебель тонкий, обвивающийся вокруг стебля растения-хозяина. Корней нет. После прорастания семян молодые растения присасываются к растению-хозяину и теряют связь с почвой.

Наиболее распространены следующие виды повилики.

Повилика клеверная, или тимьяновая (*Cuscuta epithymum*) (рис. 13), — распространена преимущественно в лесостепной зоне, паразитирует на клевере, люцерне, эспарцете, иногда на льне, картофеле и других растениях. Семена трудноотделимы от семян клевера, сохраняют всхожесть в почве до 4—5 лет, в навозе больше месяца.

Повилика льная (*Cuscuta epilinum*) — распространена в льноводческих районах европейской части России. Засоряет посевы льна, рыжика, конопли и др. Паразитирует на многих сорняках.

Повилика полевая (*Cuscuta campestris*) — распространена в южных, юго-западных и западных районах России. Паразитирует на клевере, люцерне, чечевице, доннике, столовой и кормовой свекле, моркови, арбузе и многих сорняках. Наиболее агрессивный и вредоносный вид.

Полупаразитные сорняки. К ним относятся однолетние растения — засорители лугов и посевов: очанка мелкоцветная, зубчатка обыкновенная, погребок большой.

Погребок большой (*Alecforolophus major*) — паразитирует на корнях озимой ржи и луговых злаковых трав. Всходы его без укоренения на них через бред погибают. Семена сохраняют всхожесть



Рис. 13. Повилика клеверная

лишь в течение года. При тщательной очистке семян ржи и посеве семенами урожая минувшего года обычно избавляются от этого сорняка.

Зубчатка обыкновенная (*Odontites rubra*) — повсеместный сорняк, развивающийся во второй половине лета; в северных районах паразитирует на корнях ржи, злаковых травах, в степных появивается на стерне и залежах.

Для борьбы с паразитными сорняками кроме общих применяют специальные меры.

3.3. УЧЕТ И КАРТИРОВАНИЕ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОСЕВАХ

Целенаправленная и рациональная программа борьбы с сорняками как на государственном уровне, так и в каждом отдельном сельскохозяйственном предприятии (АО, совхоз, фермерское хозяйство и др.) невозможна без обширных научных знаний не только биологии этих растений и их экологофитоценологических реакций на изменяющиеся условия среды обитания, но и без данных о распространении, флористическом и количественном обилии их по каждому полю и участку угодий. Для получения таких сведений в каждом хозяйстве агроном проводит картографирование сорняков.

Эта работа базируется на информации, которую получают в процессе обследования полей непосредственно на местности. В сельскохозяйственной практике обычно различают систематическое и оперативное обследования.

Систематическое, или сплошное (основное), обследование проводят на всех угодьях хозяйства для получения наиболее полных сведений о видовом составе, количестве и распространении сорняков. Целесообразно этим обследованием охватить и земли несельскохозяйственного пользования (территории машинного двора, технических мастерских, нефтехранилища, зернотоков, животноводческих ферм, площади отчуждения ЛЭП и т. д.) как реальные и постоянные очаги распространения сорняков.

Ввиду трудоемкости этих работ обследования проводят ежегодно или периодически (обычно один раз в 2—3 года). Время сплошного обследования выбирают так, чтобы наиболее полно охватить весь видовой состав и количественное обилие сорняков в обследуемой культуре или на угодье: в зерновых — фаза полного колошения, в других культурах сплошного посева — за 2—3 нед до уборки, в пропашных — середина вегетационного периода, в многолетних травах — начало цветения бобового компонента, на несельскохозяйственных угодьях — полное цветение растений семейства крестоцветных.

Материалы сплошного обследования используют для разработки комплексных мер борьбы с сорняками на производственной площади бригады, отделения или всего хозяйства.

Оперативное обследование проводят перед началом полевых работ по борьбе с сорняками на конкретных полях и сельскохозяйственных угодьях. Поэтому его выполняют незадолго до осуществления истребительных мер в следующие фазы роста культур: яровых зерновых — в начале полного кущения, озимых зерновых — в конце осенней вегетации и весной после отрастания, зернобобовых — при высоте до 8 см, льна-долгунца — в фазе елочки (высота 3—10 см), пропашных культур — перед междурядными обработками, многолетних трав — до кущения злаков или в начале отрастания бобового компонента, на чистых парах — при массовом появлении сорняков.

Результаты оперативного обследования позволяют уточнить по конкретному полю видовой состав, количественное обилие и фазы роста сорняков как показатель чувствительности или устойчивости их к планируемым истребительным мерам, а также используют для корректировки размера подлежащей обработки площади, времени и способов обработки, вида и нормы гербицида и т. д.

Применительно к конкретному региону сроки проведения систематического и оперативного обследований посевов и других сельскохозяйственных угодий уточняются с помощью зональных (областных, республиканских) станций защиты растений или других сельскохозяйственных научных учреждений.

Единицей обследования является поле (или отдельный участок), шнятое одной культурой, однородное по рельефу, плодородию и применяемой агротехнике. На каждом таком поле предварительно намечают маршрут движения обследователя. Наиболее рационален маршрут, состоящий из двух-трех параллельных проходов вдоль поля с относительно компактной формой или из одного зигзагообразного прохода на узком поле неправильной конфигурации. На всем протяжении маршрута намечают места учета сорняков (станции), которые по линии прохода располагают случайно на одинаковом удалении друг от друга, а относительно соседнего прохода их размещают шахматным способом. На полях площадью до 50 га намечают 10 мест учета, от 50 до 100 га — 15 мест и на полях свыше 100 га на каждые 50 га дополнительной площади количество мест увеличивают на единицу.

Учет сорняков в производственных посевах проводят инструментальным способом. Проходя по полю по линии выбранного маршрута, на отмеченных местах (станциях) накладывают прямоугольную рамку площадью 0,25 м² (со сторонами 0,5 x 0,5 м) и в ней подсчитывают количество сорных растений отдельно по каждому виду.

Результаты подсчета сорняков по каждой рамке (месту учета) последовательно заносят в колонку ведомости первичного учета.

После окончания обследования полей в ведомости первичного учета вычисляют среднее количество сорняков по каждому виду и среднее количество всех сорняков в расчете на 1 м². Для последующего составления карты засоренности посевов одновременно рас-

считывают еще среднее количество сорняков на 1 м² по каждой биологической группе.

Принятые условные обозначения по биологическим группам и видовому составу наносят на карту. Карту засоренности дополняют таблицами с полным списком видового и количественного обилия (шт/м²) сорняков по каждому полю (участку). Основой такой таблицы является ведомость первичного учета.

Результаты последующих систематических обследований наносят на эту же карту.

Материалы оперативного и систематического (основного) обследований, обобщенные и оформленные в виде карты засоренности сельскохозяйственных угодий и списка флористического состава сорняков по каждому полю и участку, служат научной основой для планирования и разработки всей системы мероприятий по уничтожению, подавлению и снижению вредоносности сорняков.

Карты засоренности сельскохозяйственных земель, составленные на основе систематического (сплошного) и оперативного обследований, используют не только для разработки систем мероприятий по борьбе с сорными растениями, но и для широкого применения в различных аспектах сельскохозяйственного производства.

Глава 4

МЕРЫ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ

4.1. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ

Сельскохозяйственная наука и практика располагает богатым арсеналом способов борьбы с сорняками. Они различаются по существу, трудоемкости выполнения, материальным затратам, биологической и хозяйственной эффективности.

Рассмотрим классификацию способов борьбы с сорными растениями, в основе которой лежат два важнейших признака, характеризующих распространение сорных растений и способы, с помощью которых их уничтожают и подавляют. При планировании мероприятий по борьбе с сорняками за основу берут их видовой состав, биологические особенности, а также состояние сорного растения (всходы, взрослое растение, семена, плоды, корневища, корнеотпрыски и т. д.). Существенное значение имеет степень засоренности полей.

Предупредительные мероприятия

1. Карантинные
2. Организационные: подготовка и хранение органических удобрений, кормов к скормливанию очистка посевного материала

Истребительные мероприятия

1. Агротехнические (провокация, механическое и физическое уничтожение, истощение, удушение, высушивание, вымораживание и др.)
2. Биологические (фитоценоотические,

снижение засоренности при орошении, при уборке урожая, уничтожении сорняков на участках несельскохозяйственного использования и др.

экологические, аллелопатия, севооборот и др.)
3. Химические
4. Специальные
5. Комплексные

Для каждого поля характерно произрастание сорных растений не одной, а нескольких биологических групп. Наиболее часто встречаются следующие типы сорных растений: малолетники, корнеотпрысковые, корневищные, смешанные. Против преобладающих злостных сорных растений следует разрабатывать эффективные мероприятия, используя предупредительные и истребительные.

Предупредительные мероприятия. Направлены на выявление, локализацию и ликвидацию источников, очагов сорных растений и уничтожение путей их распространения.

Истребительные мероприятия. Направлены на уничтожение вегетирующих сорных растений на полях и сельскохозяйственных угодьях, а также органов их генеративного и вегетативного размножения, находящихся в почве для снижения жизнеспособности сорных растений. Они различаются по эффективности; некоторые требуют дальнейшего изучения. Поэтому рассмотрим преимущественно хорошо разработанные и широко апробированные в земледельческой практике мероприятия.

Карантинные мероприятия. Задача этих мероприятий, проводимых в государственном масштабе, не допустить завоза из других стран семян сорняков, которых нет в России (внешний карантин), или предупредить распространение опасных сорняков из одних районов в другие (внутренний карантин).

Согласно утвержденному перечню в группу сорняков внутреннего карантина включены: амброзия полыннолистная, амброзия трехраздельная, амброзия голометельчатая (многолетняя), горчак, повилика (все виды), паслен трехцветковый, цинхус якорцевый; в группу внешнего карантина — амброзия приморская, бузинник пагушный, паслен линейнолистный, паслен калифорнийский, стриги (1!сеиды).

Карантинные сорняки распространяются вместе с семенами культурных растений. Этому способствует перемещение больших объемов посевного материала, продовольственного и фуражного зерна внутри страны и из-за рубежа. Чаще всего источниками распространения карантинных сорняков служат участки несельскохозяйственного использования, дороги, оросительные и осушительные системы, ветры, пыльные бури и др.

При обнаружении очага данного сорняка в хозяйстве устанавливают карантин и используют все доступные средства для их уничтожения, в том числе механические (включая выжигание) и химические средства.

Для предупреждения распространения карантинных сорняков необходимо строго соблюдать следующие правила: хранение и очистку сельскохозяйственной продукции, засоренной сорняками, производить в отдельно отведенных помещениях; категорически запрещается вывозить семенной материал в другие хозяйства без свидетельства Госсеминаспекции; семенные посевы не разрешается размещать на участках, где имеются очаги карантинного сорняка; отходы после очистки можно применять только в размолотом и запаренном виде, а непригодные для кормовых целей надо сжигать с последующим оформлением акта; солому и сено, засоренные карантинными сорняками, разрешено использовать только в тех хозяйствах, где они получены; органические удобрения складывают в отдельные бурты и применяют только в перепревшем состоянии; необходимо строго следить за чистотой зернохранилищ, тары, машин и орудий.

В условиях различных регионов страны часто встречаются очаги повилки полевой, обыкновенной, льняной и клеверной. Более восприимчивы к этим сорнякам люцерна, клевер, лен, картофель, свекла, зернобобовые, а устойчивы пшеница, ячмень, кукуруза, овес, злаковые, многолетние травы. Время возврата на прежнее место культур, повреждаемых или поражаемых повилкой, в севообороте определяется продолжительностью сохранения жизнеспособности семян в почве (у повилки обыкновенной и полевой не менее 6 лет, повилки клеверной — 12, льняной — 2).

Организационные мероприятия. Они состоят из приемов, способов или видов работ, улучшающих общее фитосанитарное состояние сельскохозяйственных угодий конкретной земельной территории. К организационным мероприятиям относят культуртехнические и мелиоративные, а также другие общехозяйственные мероприятия, направленные на снижение засоренности посевов и почвы. Это — подготовка и хранение органических удобрений, подготовка кормов к скармливанию, очистка посевного материала, снижение засоренности при орошении и уборке урожая, уничтожение сорняков на участках несельскохозяйственного использования и др.

Мероприятия по снижению засоренности органических удобрений. Известно, что семена и плоды сорных растений, пройдя через желудочно-кишечный тракт животных, не теряют всхожести и накапливаются в навозе.

По данным Российского ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, в 1 т навоза содержится от 43 до 56 тыс. жизнеспособных семян сорняков, в курином помете — 120—412 тыс., а в твердой и илстой фракциях свиного навоза их количество достигает почти миллиона. Опасным источником повышения засоренности является торф: в 1 т насчитывают от 10 до 37 тыс. семян сорняков. Всхожесть семян, выделенных из навоза и торфа, достигает 25—84 %.

В процессе хранения навоза жизнеспособность семян сорняков

значительно снижается, но полностью не теряется даже при высоких температурах. Известно, что органические удобрения стимулируют прорастание старолежащих семян, находящихся в глубоком покое.

Использование навоза и торфа без проведения мероприятий по снижению уровня засоренности в них приводит к увеличению потенциальной засоренности почвы на десятки и сотни миллионов семян сорняков, а засоренность посевов увеличивается в 10 и более раз. Даже в хозяйствах с высокой культурой земледелия с достаточно правильной подготовкой и хранением навоза потенциальная засоренность почвы возрастает.

Чтобы не допускать засорения полей, навоз следует вносить в почву в перепревшем виде. По данным научных исследований, число не потерявших всхожести семян сорняков в 1 кг свежего навоза составило 297, перепревшего — 22, сыпца — 4.

Наиболее высокого снижения жизнедеятельности семян сорняков достигают при «горячем» способе приготовления удобрений. Этот способ заключается в том, что вначале навоз укладывают в штабеля или навозохранилище рыхлыми слоями, а затем уплотняют. В результате усиления микробиологической деятельности в процессе разложения навоза его температура повышается до 60—70 °С, что приводит к гибели зачатков сорняков.

При термическом способе обработки семян сорняков в курином помете на специальных установках их жизнеспособность снижается на 90—100%.

В условиях интенсификации земледелия применяют новые технологии уборки урожая с оставлением измельченной соломы на поле в качестве удобрения. Такой способ широко распространен в различных регионах страны. Однако нельзя забывать, что в соломе и мякине содержится до 50 % и более семян сорняков. Особенно много в соломе может быть сорняков с труднообмолачиваемыми и незрелыми семенами (марь многолетняя, ромашка непахучая, метлица обыкновенная, осоты и др.).

Чтобы предотвратить осыпание семян сорняков и засорение ими почвы, необходимо своевременно и в сжатые сроки проводить уборку урожая прямым комбайнированием, так как при раздельном способе большое количество семян сорняков осыпается.

На зерновых колосовых недопустимо оставлять высокую стерню (более 10 см), так как это способствует улучшению условий роста и развития сорняков и особенно низкорослых. Поэтому при уборке урожая очень важно следить не только за устранением потерь зерна, но и за рассеиванием зачатков сорняков по полю.

Использование ботво- и силосоуборочных машин позволяет убирать основную массу семян и плодов сорняков на силос или другие цели, где семена теряют жизнеспособность.

Очистка семенного материала. Она строится на использовании различий в физических свойствах семян культурных

растений и сорняков. При хранении семенного материала на зерноскладах жизнеспособность семян многих сорняков не снижается в течение 3—10 и более лет.

Очистка семенного материала регламентируется ГОСТами. В соответствии с действующими стандартами на семена основных культур (пшеницы, ячменя, овса, гречихи и др.) допускаются примеси сорных растений в следующем количестве на 1 кг семян: первого класса — 5 шт., второго — 20 и третьего — 70 шт.

Для получения семян, чистых от сорняков, под семенные участки отводят малозасоренные поля.

Очистка посевного материала на зерноочистительных машинах основана на использовании различий в физико-механических свойствах семян культурных и сорных растений: размеры (ширина, толщина, длина), аэродинамические свойства, особенности поверхности, удельная масса и т. д.

Существуют три способа очистки семян: предварительная (первичная), основная и специальная. Предварительная очистка заключается в удалении из семенного материала легкоотделимой крупной и мелкой примесей. Задача основной очистки состоит в удалении семян и плодов сорняков, оставшихся после предварительной очистки. Для предварительной и основной очистки семян используют комплексы зерноочистительных агрегатов, а также зерноочистительные поточные линии. Для получения классного семенного материала в поточные линии включены сортировальные машины.

При получении семенного материала, засоренного трудноотделимыми семенами сорняков, применяют специальную обработку. Особенно сложно очистить и отсортировать семена многолетних трав при сильном засорении семенных участков.

По данным Российского НИИ кормов им. В. Р. Вильямса, даже при соблюдении агротехнических приемов борьбы с сорняками в 1 кг многолетних трав содержалось до 20 тыс. и более семян сорных растений.

Посевы многолетних злаковых трав засоряют такие сорняки, как пырей ползучий, овсяница луговая, кострец безостый, райграс пастбищный, которые не отделяются на современных семяочистительных машинах. Поэтому на семенных участках необходимо проводить тщательную прополку, не допуская созревания семян сорняков.

Чистота и доброкачественность посевных семян овощных культур во многом зависят от их засоренности. Семена отдельных сорняков и овощных растений очень сходны (капустные, зонтичные и др.) и трудноотделимы. Поэтому засоренность семенников овощных культур недопустима.

При очистке семенного материала используют следующие методы: выделение семян в электрическом или электромагнитном поле, гидросепарация семян, очистка на пневмогравитационных установках.

Мероприятия по снижению засоренности при орошении. Способность семян и плодов сорняков передвигаться и сохранять жизнеспособность в воде открытых оросительных систем и водоисточников приводит к быстрому и интенсивному засорению полей при поливах.

Сорные растения в условиях орошения способны давать очень много семян, которые могут распространяться с поливной водой. С каждым кубометром оросительной воды на поля поступает до 2 тыс. семян сорняков. При поливной норме 600 м³/га это составляет 120 семян на 1 м². Оросительная вода нередко приносит семена сорняков, которых на поле раньше не было. Занос семян во время половодья способствует сильному засорению.

Поливы повышают засоренность в десятки и сотни раз, причем количество побегов сорных растений увеличивается с возрастом норм полива (с 8 шт. без орошения до 480 и 813 шт/м² при нормах полива соответственно 800 и 1800 м³/га).

Для эффективной борьбы с сорняками при орошении необходима система мероприятий, сочетающая поливы и обработку почвы, агротехнические, химические и биологические меры борьбы. В условиях орошения возникает необходимость в дополнительных мероприятиях, предотвращающих засорение полей: очистка поливной воды от семян сорняков, уничтожение сорных растений на каналах, очистка каналов от ила, содержащего запасы семян, и от вегетативных зачатков сорных растений.

Для очистки поливной воды от семян сорняков применяют отстойники, запани, щиты.

Сорные растения по берегам каналов необходимо скашивать до цветения, чтобы не допускать их обсеменения.

Надежным методом снижения засоренности орошаемых земель в севооборотах является сочетание поливов, вызывающих массовое прорастание семян сорняков, с мероприятиями по уничтожению их проростков и всходов. Такие поливы называют провокационными. Важно своевременно уничтожить проростки и всходы сорняков, не дав им укрепиться и развиться. До посева культур лучшим временем для уничтожения сорняков является период, когда в почве происходят массовое прорастание семян сорняков и появление их всходов. Чем раньше проведена влагозарядка и выше поливная норма, тем больше сорняков прорастет осенью и весной и больше уничтожится в процессе обработки почвы.

Сорные растения хорошо уничтожаются при предпосевной обработке почвы, особенно под культуры позднего посева. На орошаемых землях активную борьбу с сорняками продолжают при уходе за выращиваемыми культурами — до всходов и послевсходовом бороновании, междурядных обработках, окучивании и т. д.

Для снижения засоренности поливных земель наиболее злоственными сорняками применяют специальные меры борьбы: подбор конкурентоспособных культур, глубокую и полупаровую обработки

почвы, выделение в севообороте «мелиоративных» полей, использование экологически безопасных гербицидов.

Своевременная и правильная уборка урожая. Ко времени уборки сельскохозяйственных культур в их посевах созревают семена и плоды большинства сорняков. При своевременной уборке зерновых основная масса семян сорняков попадает в бункер комбайна и лишь меньшая часть ранее созревающих растений — в почву. Особенно недопустимо оставлять высокую стерню и нескошенные огрехи, где сохранившиеся сорняки обильно плодоносят.

При своевременной уборке силосных культур и ботвы корнеплодов и картофеля часть неосыпавшихся семян и плодов сорняков частично удаляется с поля с зеленой массой.

От выбора способа уборки зерновых культур зависит и засоренность почвы, соломы и половы семенами и плодами сорных растений. При прямом комбайнировании зерновых меньше осыпается семян и плодов сорняков, чем при двухфазной уборке. Следовательно, во время уборки урожая надо стремиться к тому, чтобы плоды и семена сорняков не распространялись с уборочными машинами, транспортными средствами и тарой. Для этого уборочные машины снабжают устройствами для сбора семян. По мере наполнения уловителей семена сорняков ссыпают в специальные места и уничтожают.

По окончании работы на определенном участке ходовые части тракторов, уборочные машины и почвообрабатывающие орудия тщательно очищают от приставших семян сорняков, налипшей земли и корневищ. Транспортные средства при перевозке зерна снабжают брезентом, препятствующим просыпанию семян через щели. После разгрузки зерна на току брезент стряхивают на специально отведенных местах.

При раздельной уборке необходимо предусматривать меры по предупреждению засорения почвы семенами и плодами сорняков.

Подготовка кормов к скармливанию. При заготовке кормов (сено, силос, сенаж, солома, полова, фураж и т. д.) необходимы меры по предотвращению засорения их семенами и плодами сорняков. Зерновые отходы перед скармливанием следует запаривать, поскольку до этого не удастся полностью избавиться от семенных зачатков сорных растений, в том числе и при размалывании. Жизнеспособность семян в различных кормах может сохраняться длительное время. В сенаже и измельченном сене семена сорняков могут иметь всхожесть в течение всего срока хранения. Даже в силосе, где образуется губительная для семян сорняков уксусная кислота, всхожесть сохраняется до 30 дней у семян мари белой, щирицы, пикульников, а у вьюнка полевого, проса куриного, бодяка, донника — от 3 до 18 месяцев.

Немало семенных зачатков сорняков в готовых комбикормах и фуражном зерне, поступающих на комплексы и птицефабрики. В связи с тем что концентрированные корма привозят из разных рай-

онов страны и стран мира, в них могут содержаться различные виды семян сорняков, в том числе карантинные. При использовании кормов с высоким содержанием семян сорняков необходимо проводить мероприятия по снижению их жизнедеятельности, а также применять гербициды.

Технология внесения гербицидов довольно проста, доступна каждому хозяйству и не требует больших расходов. Подстилочный навоз и твердую фракцию жидкого навоза после равномерного распределения по полю навозоразбрасывателями обрабатывают с помощью штанговых опрыскивателей раствором гербицидов так же, как и при обычном внесении по культурам или под культивацию. Однако норму расхода увеличивают на 20—26 %. После внесения гербицидов органические удобрения заделывают в почву.

Уничтожение сорняков на участках несельскохозяйственного использования и другие мероприятия. Опасным источником засорения полей становятся также участки несельскохозяйственного пользования. Сорняки, заселяющие огрехи, межи, обочины дорог, пустыри у линий электропередач, газопроводов, в населенных пунктах, полесозащитные лесные полосы и т. д., очень быстро переходят на поля. С таких участков семена сорняков с легучками даже при небольшом ветре перемещаются с материнского растения на расстояние 2—5 км и более. Мелкие семена сорняков прилипают к орудиям, тракторам, машинам, животным и заносятся на поля.

В степных и лесостепных зонах значительная часть плодов и семян сорняков задерживается полесозащитными лесными полосами. При тщательном уходе за насаждениями, своевременном уничтожении сорняков засоренность близлежащих полей существенно уменьшается.

Истребительные мероприятия по уничтожению сорняков. Борьбу с сорняками необходимо осуществлять на основе системного подхода. Научными и практическими принципами его в современном земледелии является комплексная (интегрированная) система борьбы, представляющая собой сочетание агротехнических, биологических, химических, экологических и других методов защиты культурных растений, направленных на регулирование численности сорняков до уровня экономических порогов вредоносности.

В условиях современного земледелия ведущее место в борьбе с сорняками длительное время занимают агротехнические методы уничтожения сорняков.

Агротехнические методы борьбы с сорняками дешевле, чем другие методы и средства. Кроме того, эти методы сочетаются с обычными мероприятиями обработки почвы, которые необходимы для выращивания культур.

Агротехнические методы разработаны на основе мероприятий по обработке почвы, при проведении которых широко используют уничтожение и подавление сорняков: провокация семян к прорастанию, механическое и физическое уничтожение, истощение, уду-

шение, высушивание, вымораживание и др. Перечисленные способы применяют к различным биологическим группам сорных растений или отдельным их видам.

Рассмотрим кратко характеристику методов подавления и уничтожения сорняков.

Провокация семян к прорастанию — создание благоприятных условий для их быстрого и одновременного прорастания с последующим уничтожением ростков и всходов. Метод основан на поверхностной обработке, уплотнении и увлажнении почвы в теплое время года либо на воздействии электромагнитных полей при отсутствии на поле культурных растений. Применяется на полях с высокой засоренностью почвы семенами однолетних и других сорных растений.

Механическое уничтожение — подрезание или вырывание сорных растений орудиями обработки почвы или вручную. Применяется на полях, засоренных представителями всех биологических групп. Метод эффективен в системе основной, предпосевной и послепосевной обработок.

Физическое уничтожение — лишение жизнеспособности растений и органов размножения при использовании огня, затоплении участков и полей водой, применение электричества, электромагнитных волн и др.

Истощение — регулярное подрезание вегетативных органов сорных растений для увеличения расхода запасных питательных веществ на отрастание новых побегов, которые в дальнейшем подлежат уничтожению. Применяется на полях, засоренных многолетними и двулетними сорняками. Метод особенно эффективен в системе зяблевой обработки почвы против корнеотпрысковых сорняков.

Удушение — измельчение орудиями обработки подземных органов многолетних сорняков на основной глубине залегания их корневой системы с последующей глубокой запашкой отрезков (шпелец) в почву. Применяется главным образом на полях, засоренных многолетними корневищными сорняками в системе зяблевой обработки почвы.

Высушивание — использование воздействия солнечных лучей на предварительно измельченные корневища сорных растений при обработках почвы в сухую и жаркую погоду.

Вымораживание — заключается в извлечении на поверхность почвы при глубокой вспашке подземных органов многолетних сорняков поздней осенью для того, чтобы при низких температурах они потеряли жизнеспособность. Применяется чаще всего в районах с малоснежными морозными зимами.

Перечисленные методы борьбы с сорными растениями применяются в первую очередь в системе обработки.

Система обработки почвы — это воздействие на нее рабочими органами машин и орудий для улучшения почвенных условий жиз-

ни сельскохозяйственных культур и уничтожения сорняков. В разных зонах страны применяют три системы: отвальную, безотвальную (в том числе плоскорезную) и комбинированную.

При рациональной и своевременной обработке почвы уровень засоренности посевов малолетними и многолетними сорняками снижается на 50—60 %. Она способствует интенсивному прорастанию и быстрому развитию культурных растений, препятствует распространению сорняков, благодаря чему усиливается конкурентоспособность сельскохозяйственных культур. При обработке почвы погибают растущие сорняки, возбудители болезней и вредители. Особенно значительна роль основной обработки почвы.

Борьба с сорняками в системе основной обработки почвы. На основе обработки почвы разработаны и широко используются методы уничтожения и подавления сорняков: провокация семян к прорастанию, механическое уничтожение, истощение, удушение, высушивание, вымораживание и др.

В системе агротехнических мероприятий по борьбе с сорной растительностью особое место принадлежит зяблевой отвальной обработке почвы, первым приемом которой является лущение. Глубину лущения, сроки его проведения, орудия обработки выбирают в зависимости от почвенных условий, степени засоренности, видового состава сорняков.

Исследования НИИСХ Юго-Востока показали, что семена щирицы, щетинника, куриного проса и других пожнивных сорняков, собранные до лущения почвы и поставленные на прорастание, в лабораторных условиях не прорастали, а семена сорняков, собранные после лущения дисковыми орудиями, прорастали на 67—92%.

Существенное значение имеют сроки лущения. Установлено, что чем раньше проводится лущение, тем оно эффективнее в снижении засоренности.

По данным Российского НИИ льна, при лущении, проведенном 20 августа, на 1 м² проросло 2400 сорняков, а запаздывание с проведением этого мероприятия на месяц значительно снизило эффект лущения (проросло всего 16 сорняков).

В районах Нечерноземной зоны с коротким послеуборочным периодом сроки проведения лущения должны быть сжатыми.

Лучший результат достигается, если прием осуществляют одновременно с уборкой культуры или сразу после нее. Производительность лемешных лущильников ниже по сравнению с дисковыми лущильниками или тяжелыми дисковыми бородами. В процессе лущения уничтожаются низкорослые сорняки, имеющиеся в посевах зерновых и обычно сохраняющиеся при уборке. Если с лущением запаздывают и своевременно не уничтожают пожнивные сорняки, то они успевают обсемениться и эффективность от проводимого приема значительно снижается.

Эффективность лущения в провоцировании прорастания семян сорняков зависит от влажности почвы: если верхний слой пересу-

шен, то прорастание и появление всходов задерживаются. При благоприятных погодных условиях лушение почвы обеспечивает прорастание 30—40 % семян сорняков, находящихся в слое обработки орудия.

Поля, засоренные многолетними корнеотпрысковыми сорняками (бодяк полевой, осот полевой, вьюнок полевой, горчак розовый и др.), лушат на глубину 10—12 см, чтобы ослабить их рост. Примерно через 2—3 нед после появления всходов сорняков проводят вспашку плугами с предплужниками на глубину пахотного слоя. Соблюдение такой технологии позволяет снизить засоренность многолетними сорняками до 70—75 %. На полях, засоренных корневищными сорняками (пырей ползучий, свинорой, мать-и-мачеха, хвощ полевой), лушат вслед за уборкой урожая в два-три следа вдоль и поперек на глубину 10—12 см. Через 10—15 дней побеги и отрезки корневищ запахивают плугами с предплужниками на глубину пахотного слоя. При несоблюдении технологии и запаздывании со сроками проведения обработки может усилиться засоренность поля корневищными сорняками, особенно пыреем ползучим.

Эффективность лушения в значительной степени зависит от глубины обработки. В зависимости от засоренности, гранулометрического состава, влажности почвы, наличия послеуборочных остатков глубина обработки колеблется от 6—8 до 10—14 см.

В западных, южных и центральных районах Нечерноземной зоны широко используют приемы двукратного лушения: первое дисковыми лушильниками на глубину 6—8 см, второе тяжелыми дисковыми боронами или лемешными лушильниками на глубину 12—14 см. Этот метод в сочетании со вспашкой способствует снижению засоренности на 80—90 %. Особенно эффективен он в овощеводстве, после рано убираемых культур.

В борьбе с сорняками особенно велика роль вспашки, эффективность которой зависит от сроков проведения и глубины обработки. Запаздывание с глубокой обработкой почвы приводит к тому, что сорняки (особенно многолетние) развивают мощную корневую систему, запасают больше пластических веществ, а это затрудняет борьбу с ними.

При пожнивном лушении с последующей зяблевой вспашкой плугом с предплужниками семена сорняков перемещаются из верхних слоев почвы в более глубокие. Наибольшее количество семян (55—70 %) сосредоточивается на глубине от 8 до 16 см, где они прорастают, но не дают всходов.

Вспашка двухъярусным плугом — высокоэффективный прием в борьбе с сорняками в системе основной обработки почвы для районов Нечерноземной зоны, Поволжья и Северного Кавказа. Принцип работы этого плуга мало отличается от обычного, но он обеспечивает поильное оборачивание пахотного слоя, более глубокую заделку семян сорняков и лучшее качество вспашки, что позволяет в 2—

2,4 раза повысить эффективность органических удобрений и сильно уменьшить засоренность посевов.

Полупаровая обработка зяби эффективна для борьбы с сорной растительностью. Сущность ее заключается в том, что вслед за вспашкой проводят поверхностные обработки зяби, что создает благоприятные условия для интенсивного прорастания сорняков осенью и снижает засоренность полей в следующем году.

В целях минимализации полупаровой обработки почвы вспашку с тремя культивациями можно заменить лушением почвы с тремя дискованиями. Эффективность этих приемов не снижается даже при уничтожении такого злостного сорняка, как пырей ползучий.

В современной земледелии при переходе на плоскорезные и поверхностные способы обработки почвы изменились экологические условия существования сорняков. Технология обработки почвы делает иным видовой состав агафитоценоза и потенциальную засоренность. Почвозащитные технологии обработки в первую очередь внедряют на эродированных и потенциально подверженных эрозии почвах.

Переход на ежегодную безотвальную обработку приводит к усилению засоренности отдельных культур, ухудшению режима питания и снижению урожайности. Озимая пшеница, ячмень, многолетние травы из-за сильной засоренности могут существенно снизить урожай.

Судить об эффективности того или иного приема в земледелии необходимо после длительного и тщательного изучения, так как положительные и негативные последствия иногда проявляются не сразу, а в течение нескольких лет. Это особенно относится к засоренности как биологическому фактору плодородия.

Приемы обработки сильно влияют на потенциальную засоренность и распределение сорняков по профилю пахотного слоя. При систематическом безотвальном рыхлении основная масса семян аккумулируется в верхнем слое, что и обуславливает более высокую засоренность посевов.

Отвальная обработка в меньшей степени снижает запасы семян сорняков в почве по сравнению с безотальной. Это объясняется тем, что при запашке созревших семян они не уничтожаются, а, наоборот, сохраняются и лишь затем выпашиваются в верхний слой.

При систематической бесплужной обработке почвы потенциальный запас всхожих семян, находящихся в глубоких слоях, со временем теряет всхожесть. Задача земледельца состоит в том, чтобы освободиться от засоренности в верхнем (0—10 см) слое почвы, с которой бороться легче, чем с засоренностью всего пахотного слоя. Агротехнический метод борьбы с сорняками при бесплужной системе обработки почвы включает периодические поверхностные обработки в летне-осенний период. Эффективность приемов по снижению засоренности зависит от вида обработки и длительности их применения.

Длительное применение почвозащитных приемов обработки

почвы на склоновых землях приводит к усилению засоренности. Численность и масса сорняков на плоскорезной и минимальной обработках возрастают на 60—80 %. При этом на склоновых землях развивается характерный фитоценоз, значительно отличающийся от фитоценоза равнинных земель. Количество сорняков увеличивается вниз по склону; в нижних элементах сильно возрастает засоренность многолетниками.

При системе основной обработки почвы в севообороте, основанной на вспашке, как правило, в сорном фитоценозе преобладают малолетние, особенно яровые, сорняки. При замене вспашки на поверхностную обработку преобладают многолетние сорняки, особенно корневищные и корнеотпрысковые.

Система обработки на чистых и занятых парах позволяет наиболее полно освободить пахотный слой от семян малолетних сорняков и вегетативных зачатков многолетников. Технология обработки чистого пара состоит из послеуборочного лущения и зяблевой вспашки плугом с предплужником осенью, а с весны будущего года — системы весенне-летнего ухода. Обычно под чистые пары отводят наиболее засоренные поля. При лущении учитывают тип засоренности: при малолетнем типе засоренности достаточно однократного лущения на глубину 5—7 см; при наличии корнеотпрысковых сорняков целесообразно проводить двукратное лущение лущильниками, культиваторами-плоскорезами или дисковыми бородами на глубину 6—8 и 10—14 см; на полях, где преобладают корневищные сорняки, следует осуществлять двукратное продольно-поперечное лущение на глубину 10—12—14 см.

После вспашки почвы под пар на поверхность выворачиваются семена сорняков, которые в следующем году после прорастания уничтожаются поверхностными обработками. Особенно эффективна послойная обработка лемешными лущильниками на глубину от 6—8 до 8—14 см. При этом верхний слой очищается от семян малолетних сорняков, а корневая система многолетних сорняков сильно истощается.

На занятых парах, в отличие от чистых, высевают ранобуриемые парозанимающие культуры. Следует обязательно учитывать биологические особенности озимых и зимующих сорняков, наиболее опасных засорителей озимых культур, при их уничтожении. Чистые и занятые пары не обеспечивают полного очищения почвы от этих сорняков.

В системе основной обработки почвы часто применяют чередование глубокой вспашки с обычной или мелкой, что позволяет уменьшить засоренность на 35—40 %.

Борьба с сорняками в системе предпосевной обработки почвы. Важное место наряду с основными задачами предпосевной обработки почвы (разрыхление верхнего слоя на глубину посева семян, выравнивание поверхности поля, обеспечение мелкокомковатого строения пахотного слоя, создание уплотненного ложа на глубине

посева семян, заделка внесенных удобрений, сохранение влаги в посевном и пахотном слоях, улучшение микробиологической деятельности и пищевого режима почвы, создание условий для производительной работы сельскохозяйственных машин) принадлежит уничтожению всходов сорняков. Приемы предпосевной обработки уменьшают засоренность посевов.

Чем лучше проведена предпосевная обработка почвы и больше спровоцировано и уничтожено сорняков, тем выше урожай и меньше затраты сил и средств на прополку и уход за посевами.

В системе предпосевной обработки почвы выделяют подготовку ее под посев озимых, под яровые культуры раннего срока сева (овес, ячмень, яровая пшеница, лен, смесь вики с овсом) и культуры позднего срока сева (картофель, кукуруза, свекла, просо, гречиха, овощные культуры). Эффективность предпосевной обработки почвы определяется интенсивностью прорастания и появления всходов сорняков и их уничтожением обработкой.

В основных регионах, где возделывают озимые, благоприятные условия для прорастания семян озимых и зимующих создаются при влажности почвы не менее 20—25 % и температуре около 20 °С. Семена большинства сорных растений прорастают в течение длительного времени и неодновременно. С весны до посева ранних яровых культур прорастает около 20 % всходов от общего количества. После посева наблюдаются массовое прорастание и появление всходов ранних и поздних яровых сорняков (прорастает 20—70 %), остальные сорняки прорастают в течение вегетационного периода, вплоть до заморозков. Интенсивность прорастания семян сорняков может ослабевать или усиливаться, что зависит от складывающихся условий увлажнения и температурного режима.

Наиболее эффективным мероприятием в борьбе с малолетними сорняками является предпосевная обработка под поздние яровые культуры, посев которых, как правило, проводят в период, когда большинство ранних яровых (пикульники, марь белая, горцы, редька дикая, горчица полевая и др.) довольно дружно прорастают и легко уничтожаются боронованием и последующей культивацией. При подготовке почвы под поздние яровые культуры на засоренных почвах важно, чтобы между первой и второй культивациями был возможно больший период для прорастания большего количества семян и отрастания побегов многолетников, которые затем могут быть уничтожены последующими обработками почвы. Для повышения эффективности предпосевных почвообработок в борьбе с сорняками сразу после первой культивации, когда верхний слой пересыхает, поверхность почвы следует прикатывать. Это создает лучшие условия для прорастания семян сорных растений, особенно на почвах со слабой водоудерживающей способностью. На прикатанном поле сорняки появляются на 4—6 дней раньше и в 2—3 раза в большем количестве за счет лучшего контакта семян с почвой и повышения температуры верхнего слоя.

Приемы предпосевной обработки почвы существенно влияют на засоренность многолетними сорняками. Увеличение глубины культивации способствует повышению интенсивности прорастания семян сорняков за счет хорошей аэрации почвы.

В системе предпосевной обработки почвы важная роль принадлежит пропашным культурам как средству борьбы с сорняками. На полях, сильно засоренных многолетними, корнеотпрысковыми и корневищными сорняками, первую весеннюю обработку начинают с культивации на глубину 14—16 см. Затем по мере отрастания сорняков проводят вторую, а при необходимости и третью послыйную культивацию на глубину посева семян. Такая система обработки почвы приводит к истощению корневой системы многолетних сорняков.

Обычными культиваторами обработку на глубину пахотного слоя провести трудно. Для этих целей используют чизель-культиваторы или чизельные плуги. При применении этих орудий на предпосевной обработке почвы наряду с уничтожением сорняков устраиваются негативные последствия уплотнения почвы от проходов тракторов, комбайнов и других машин по полю.

Под кукурузу, гречиху, просо в целях эффективной борьбы с сорняками рекомендуют провести две-три допосевные культивации. При этом урожайность культур повышается на 10—15 %.

Проведение допосевного прикатывания почвы способствует более равномерной заделке мелкосемянных культур (лен, овощные, просо, многолетние травы и др.) и ускоряет появление их всходов, а также усиливает прорастание семян сорняков.

При предпосевной обработке целесообразно использовать комбинированные агрегаты, так как это создает лучшие экологические условия для роста и развития выращиваемых культур и вызывает снижение засоренности. При этом затраты на дополнительные проходы тракторов и орудий по полю, а также затраты труда уменьшаются в 1,4—2,0 раза, а производительность повышается в 1,6—2,2 раза.

Борьба с сорняками при уходе за посевами. Механическая борьба в послепосевной период направлена на уничтожение как малолетних, так и многолетних сорняков. Основные приемы обработки почвы по уходу за посевами — прикатывание, боронование, междурядные рыхления, окучивание. Сроки их проведения определяют по состоянию культурных и сорных растений, когда сорняки наиболее чувствительны к механическим воздействиям, а возможные повреждения посевов не вызовут снижения урожая.

На засоренных полях вскоре после посева яровых, в начале весенней вегетации озимых, с наступлением положительных температур появляются всходы малолетних, а также двулетних и многолетних сорняков.

В Нечерноземной зоне наибольший вред яровым культурам причиняют сорняки, которые вырастают в весенне-летний период, и

многолетники, а озимым — озимые и зимующие сорняки, взошедшие осенью. Поэтому борьба с ними должна вестись с первых дней весенней вегетации и сразу после посева яровых.

Для провокации к прорастанию основной массы семян сорных растений и последующего уничтожения их проростков при довсходовом бороновании проводят прикатывание. Эффективность его зависит от массы катков, гранулометрического состава, влажности и физической спелости почвы. На почвах, тяжелых по гранулометрическому составу и переувлажненных, прикатывание может дать отрицательный результат.

После посева крупных семян и заделки их в почву на глубину не менее 5—6 см в довсходовый период проводят боронование. При этом уничтожается до 80—90 % проростков и всходов сорняков. Рыхлить надо на такую глубину, чтобы между зубьями бороны и проростками культурных растений оставалась прослойка не менее 0,5—0,8 см. Выбор бороны (зубовые, ротационные, сетчатые и др.) определяется давлением ее на почву, глубиной посева семян, типом и рыхлостью почвы. Чем крупнее семена культурных растений и длительнее период появления всходов, тем чаще и глубже рыхлят почву в довсходовый период в целях борьбы с сорняками.

При бороновании необходимо соблюдать следующие требования: в целях меньшего повреждения культурных растений двигать-ся следует поперек направления рядов или под некоторым углом; скорость движения агрегата по всходам не должна превышать 4 км; боронование проводить в жаркое время дня при потере растениями тургора, благодаря чему они меньше повреждаются.

В Нечерноземной зоне оптимальные условия для прорастания семян озимых и зимующих сорняков создаются сразу после посева, когда наступают пасмурные дни с постепенным выпадением осадков и сравнительно благоприятными температурами.

Боронование до всходов проводят сетчатыми боронами, если при осматре поля обнаружены проростки сорняков, а также для разрушения корки. Боронование зубовыми боронами не всегда эффективно. Обычно это связано с состоянием почвы: отсутствует физическая спелость почвы, переувлажненные тяжелые почвы не рыхлятся, качество обработки низкое. Положительный результат от боронования или обработки озимых ротационными мотыгами получают в годы поражения посевов снежной плесенью. Гибель проросших сорняков от боронования в осенний период составляет 70—95 %.

Для борьбы с сорняками и улучшения агрофизического состояния наиболее целесообразно весеннее боронование почвы, так как к весне она сильно уплотняется и заплывает. Лучшие результаты дает боронование озимых при подсыхании почвы, когда она легко разрыхляется зубьями борон. Засоренные посевы, где озимые подвергались выпиранию, бороновать не следует, их надо прикатывать. Не рекомендуется бороновать озимые очень рано, когда почва не

обладает физической спелостью, однако не следует и запаздывать, а то почва пересохнет и не будет рыхлиться.

Посевы яровых культур чаще всего засоряются ранними яровыми сорняками, а также корнеотпрысковыми и корневищными многолетниками. На поверхности почвы нередко образуется корка, отрицательно влияющая на всхожесть культурных растений, усиливающая испарение влаги, вызывающая изреживание всходов из-за недостатка кислорода в почве. Для ее разрушения и уничтожения сорняков необходимо проводить довсходовое боронование через 4—5 дней после посева. В посевах мелкосеменных культур (лен, овощные, просо, многолетние травы) довсходовое боронование как прием борьбы с сорняками чаще не проводят, потому что даже применение легких, сетчатых или ротационных мотыг вызывает сильное повреждение растений. Послепосевное боронование как прием борьбы с сорняками особенно эффективно на пропашных культурах — кукурузе, картофеле, овощных.

Из-за неравномерности роста всходов сорняков посевы кукурузы боронуют в 2—3 срока, за 3—4 дня до появления всходов, дифференцированно: на почвах с рыхлым слоем — легкими зубowymi или сетчатыми боронами, при небольшом уплотнении — средними, при сильном — тяжелыми боронами. Для боронования кукурузы в фазе двух-трех листьев целесообразно использовать легкие или средние зубовые бороны, чтобы уменьшить повреждение растений. Боронование кукурузы повторяют в фазе 4—5 листьев. При необходимости (в годы с продолжительным холодным весенним периодом, когда кукуруза растет медленно, а всходы сорняков быстро укореняются) проводят и четвертое боронование. Как довсходовое, так и послеवсходовое боронования кукурузы обеспечивают гибель малолетних сорняков на 90—95 %, а прибавку урожая — 20—25 %.

Если в зоне междурядных обработок сорняки уничтожаются легко, то в защитных зонах бороться с ними сложнее. Для этих целей используют прополочные бороны с пружинными или жесткими зубьями, которые агрегируют с культиваторами, а также ротационно-кольчатые бороны, ротационные диски и другие приспособления.

Сорняки высотой 35—40 см в рядах и гнездах можно уничтожить, присыпая их при помощи специальных дисковых загортателей одновременно с междурядными обработками. Такие загортатели при угле атаки 25—30°, глубине хода 6—7 см и скорости движения агрегата до 8 км/ч уничтожают до 90 % всходов однолетних сорняков, если их высота не превышает 8—10 см.

При своевременном и качественном уходе за посадками картофеля урожайность повышается более чем на 20 %. В отличие от многих полевых культур картофель имеет длительный довсходовый период (более 20—30 дней). В условиях хорошей освещенности, достаточного количества влаги и питательных веществ в почве посадки картофеля за такой период сильно зарастают сорняками. Повыше-

нию урожайности картофеля способствуют борьба с сорной растительностью и создание рыхлого слоя почвы в период предпосевной подготовки и ухода за посадками.

Необходимым агроприемом борьбы с сорняками картофеля является боронование сетчатыми и легкими боронами через 6—8 дней после посадки картофеля. В это время семена сорняков (преимущественно малолетних) прорастают и боронование приводит к гибели основной их массы. При запаздывании с боронованием гибель сорняков снижается. Например, при бороновании через 6 дней после посадки картофеля гибнет до 80 % сорняков, а через 12 дней — лишь 20—30 %. Кроме того, при запаздывании с боронованием сорняки развивают сильную корневую систему и их уничтожение боронами затруднительно и малоэффективно.

Через 7—10 дней после первого боронования проводят второе, а затем третье. В период вегетации картофеля осуществляют не менее двух-трех междурядных обработок, которые наряду с усилением аэрации почвы повышают действие вносимых удобрений и интенсивность клубнеобразования, при этом уничтожаются и сорняки.

Послепосевные обработки кормовой свеклы для уничтожения сорняков столь же эффективны, как и других пропашных культур. Послепосевная обработка свеклы, кроме довсходового и послевсходового боронований, включает механизированную шаровку посевов (рыхлят междурядья на глубину 4—6 см культиватором, оборудованным бритвенными лапами), прореживание культиваторами с последующим боронованием по букетам, продольно-поперечные междурядные обработки. Довсходовое боронование проводят посевными или сетчатыми боронами на 5—7-й день после посева. В результате уничтожается до 60 % проросших и взошедших сорняков. Перед образованием первой пары настоящих листьев выполняют четыре-пять продольных междурядных рыхлений. Глубина междурядных обработок зависит от состояния почвы и степени засоренности: обычно глубина первой — 7—8 см, второй — 8—10, третьей — 10—12, четвертой — 12—14 см.

Технология борьбы с сорняками других культур такая же.

Борьба с сорняками в послеуборочный период. В системе агротехнических мероприятий по борьбе с сорной растительностью особое место отводят периоду после уборки культур, так как в это время наблюдается усиление роста и развития сорняков. Глубину лущения, сроки его проведения, виды орудий выбирают в зависимости от почвенно-климатических условий, степени засоренности полей, видового состава сорняков.

В большинстве районов Нечерноземной зоны с коротким вегетационным периодом для борьбы с сорняками эффективна ранняя зяблевая пахота с последующей (через две-три недели) обработкой почвы лущильниками или культиваторами.

В борьбе с сорняками положительную роль играют дополнительные поверхностные осенние обработки зяби по типу полупара. По-

лупаровая обработка культиваторами с пружинными лапами в агрегате с боронами на глубину более 10 см позволяет уменьшить засоренность злостными корнеотпрысковыми и корневищными сорняками, особенно пыреем ползучим.

Система улучшенной зяби включает два-три дисковых лущения на глубину 6—7 или 8—10 см и вспашку на глубину 20—22 или 25—27 см (в зависимости от культуры и если позволяет пахотный слой). Своевременно проведенные пожнивное и последующие лущения позволяют сохранить влагу, ускорить прорастание сорняков с целью их последующего уничтожения. Так, число сорняков на 1 м² в посевах яровой пшеницы при лущении одновременно с уборкой предшествующих озимых составило 35, а при запаздывании с лущением на 10 дней — 54. При задержке лущения на 30 дней засоренность увеличилась в 3 раза.

В борьбе с многолетними осотом розовым, полевым, вьюнком полевым и другими сорняками эффективна система послонной обработки. Ослабить сорняки можно лишь, если спровоцировать многократное отрастание при помощи последовательно углубляющихся нескольких мелких обработок почвы, а затем глубокой вспашки. На почвах, подверженных эрозионным процессам, глубокую вспашку можно заменить на глубокое безотвальное рыхление.

Целесообразно сочетать обработку почвы с применением гербицидов. Полевыми опытами и производственной практикой установлено, что наибольший эффект (гибель сорняков 80—90 %) достигается, когда гербицидами обрабатывают листовую поверхность отросших сорняков.

Прием уничтожения сорняков включает лущение, внесение гербицидов и глубокую вспашку. Для опрыскивания отросших сорняков используют гербициды группы 2,4-Д в дозах до 2—3 кг на 1 га. Наибольший эффект, особенно в борьбе с многолетниками, достигается при температуре воздуха не ниже 12—14 °С. При более низких температурах поступление гербицида в корневую систему сорняков замедляется и его активность снижается.

4.2. БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Биологический метод — это целенаправленное использование вирусов, бактерий, грибов, насекомых, клещей, нематод, рыб, птиц, грызунов, растений и других организмов для избирательного уничтожения сорняков. Цель этого метода — довести засоренность посевов до уровня, при котором они не вызывают экономически ощутимых потерь урожая возделываемых культур. По сравнению с механическими и химическими приемами у биологических методов борьбы с сорняками есть преимущества: при относительно невысоких первичных затратах они дают значительный экономический эффект в течение продолжительного времени благодаря длительному действию организмов на растения.

Действие биологических методов проявляется в сообществе биологических объектов (растений, бактерий, грибов и т.д.) в конкретных условиях поля. Еще в конце прошлого столетия сообщалось о том, что мушка фитомиза поражает заразику и она погибает. Мушка фитомиза питается завязями, семенами и тканями заразики, паразитирующей на подсолнечнике, томате, конопле и других культурах. За одно лето она дает 4 поколения, повреждает 80—95 % цветочных, снижая семенную продуктивность сорняка и вызывая его гибель. Массовая гибель заразики отмечена в посевах подсолнечника от гриба рода фузариум.

В борьбе с амброзией можно использовать амброзиевую совку, гусеница которой питается только листьями амброзии полыннолистной, не повреждая других растений.

Проведены испытания одного из видов нематоды для борьбы с горчаком ползучим. Личинки ее весной попадают в пазухи листьев, а впоследствии питаются тканями стебля, образуя там большое количество галл. В результате на следующий год 50—60 % горчака ползучего гибнет, а вредоносность оставшихся растений снижается.

Для подавления некоторых сорняков можно использовать патогенные грибы, например вызывающие ржавчину у бодяка полевого.

Выделены штаммы гриба *Alternaria cuscudacidae*, поражающие повилики. Через 12—20 дней после опрыскивания засоренных повиликой посевов водной суспензией гриба повилика полностью уничтожается. Испытаны также некоторые антибиотики для борьбы с заразой.

Биологические агенты перспективны в борьбе с сорняками, занесенными из других мест, так как в новых условиях отсутствуют их естественные враги.

Недостаток биологических мер борьбы с сорняками состоит в их узкоизбирательном действии. Кроме того, завоз патогенных организмов может стать опасным для других полезных видов естественных и культурных растений.

Фитоценоотические меры. В агрофитоценозе между культурным и сорным компонентами полевых сообществ, как и между составляющими их отдельными видами растений, формируются и устанавливаются определенные взаимодействия.

Прямые влияния между растениями полевого сообщества выражаются через паразитизм и полупаразитизм, механическое давление на стебли и корни культуры вьющихся, цепляющихся и сильноветвящихся сорняков сильно разрастающейся их мочковатой корневой системой; физиолого-биохимическое воздействие, проявляющееся в угнетении или стимулировании жизнедеятельности, конкуренции растений и т.д.

Косвенные влияния проявляются через действие растений на формирование и состояние среды полевого растительного сообщества, которое определяет рост, развитие и состояние растений; через почвенные условия; отзывчивость растений на внешние воздействия.

климатические факторы (засуха, недостаток тепла, градобитие и т.д.), биогенные факторы (развитие болезней, стравливание скотом, занос семян птицами и т.д.), антропогенные факторы (обработка почвы, внесение удобрений, пестицидов и т.д.). Действие фитоценологических мер проявляется через конкурентные взаимоотношения, аллелопатию, чередование культур, технологии возделывания и т.д.

Конкурентные взаимоотношения. Культурные растения обладают наибольшей продуктивностью, а следовательно, и большей конкурентной способностью по сравнению с сорняками. Культуры сплошного посева сильнее подавляют сорняки, чем пропашные.

По способности подавлять сорняки в посевах сельскохозяйственных культур можно разделить на три группы.

В первую группу *высокой конкурентной способности* по отношению ко многим видам сорных растений следует отнести озимую рожь, озимую пшеницу, озимый ячмень, озимый рапс, коноплю, земляную грушу, многолетние травы.

Ко второй группе *со средней конкурентной способностью* относят ячмень, овес, смесь овса с викой, горчицу, подсолнечник, кукурузу, табак, кормовую капусту, люпин.

Третью группу составляют культуры, обладающие *слабой конкурентной способностью*: яровая пшеница, просо, сорго, зерновые бобовые, картофель, сахарная свекла, лен.

Предложенную группировку культур следует рассматривать как примерную, так как способность культуры подавлять в посевах сорняки определяется не только ее биологическими особенностями, но и условиями возделывания. Подбором наиболее конкурентоспособных культур можно существенно снизить засоренность посевов.

Аллелопатия. Взаимные отношения между культурами и сорными растениями в значительной мере регулируются биохимическим взаимодействием (аллелопатия). Сущность его заключается в том, что вегетирующие растения, ризосферные микроорганизмы, продукты разложения послеуборочных остатков выделяют физиологически активные вещества, которые оказывают на другие растения в одних случаях стимулирующее, а в других — тормозящее влияние.

Так, выделения живых корневищ пырея ползучего в почву снижают рост кукурузы, овса и озимой ржи в 1,5—2,0 раза и уменьшают густоту стеблестоя ржи в 2—3 раза. Торица полевая, горец шавелистный, рыжик льняной уменьшают рост льна-долгунца в 1,5—2,0 раза, а густоту его стеблестоя в 5—20 раз. На посевах ячменя отрицательное влияние оказывают торица полевая, горец шавелистный, пикульник двурасщепленный. Посевы озимой пшеницы сильно страдают от выделений ромашки непахучей, василька синего, метлицы обыкновенной, шавеля малого. Рост кукурузы тормозят выделения щетинника сизого, ежовника петушье просо, редьки дикой, горчицы полевой, мари белой.

Угнетающее воздействие сорняков на посевы сельскохозяйственных культур проявляется и в начале роста последних.

Так, вытяжки из мари белой, торицы полевой снижают энергию прорастания и всхожесть семян озимой ржи, овса, льна-долгунца и клевера лугового в 1,3—4,0 раза и более.

Водные вытяжки из листьев и корневых отпрысков осота полевого уменьшают всхожесть ячменя, проса и кукурузы.

Угнетающее влияние на посевы сельскохозяйственных культур оказывают продукты разложения растительных остатков сорных и культурных растений.

Стерневые и корневые остатки пшеницы, заделываемые в почву, тормозят активность ростовых процессов кукурузы, пшеницы, овса; остатки озимой ржи угнетают пшеницу, тимофеевку луговую, клевер луговой.

Севооборот как биологический фактор управления фитосанитарным состоянием посевов и почвы. Научно обоснованный севооборот — важный фактор экологического оздоровления почвы и посевов. Нарушение оптимального чередования культур в севообороте влечет за собой усиление роста и размножения специализированных и злостных многолетних сорняков как наиболее вредоносных. В севооборотах засоренность в 2—5 раз меньше, чем в бессменных посевах или при условии нарушения и несоблюдения севооборотов (табл. 12).

12. Засоренность посевов и урожайность культур в зависимости от условий их возделывания

Чередование культур	Сорняки, шт/м ²		Масса сорняков, г/м ²	Урожайность, т/га
	всего	в том числе многолетних		
<i>Озимая пшеница</i>				
Бессменно	605	22	560,3	2,8
Плodosменный севооборот	182	15	186,1	3,9
Зернопропашной севооборот	153	10	143,7	3,7
<i>Ячмень</i>				
Бессменно	459	87	487,3	2,5
Плodosменный севооборот	108	30	297,4	2,9
Зернопропашной севооборот	115	23	206,9	3,2
Специализированный зерновой севооборот	279	45	306,5	2,6
<i>Картофель</i>				
Бессменно	66	8	897,4	11,5
Плodosменный севооборот	159	16	537,5	18,6
Зернопропашной севооборот	135	12	497,6	17,9
Специализированный зерновой севооборот	187	15	520,4	19,3

Повторное или длительное выращивание на одном и том же поле озимых ведет, в частности, к распространению метлицы полевой, ромашки непахучей, костреца ржаного, а в яровых — мари белой, пикульников, торицы, подмаренника цепкого, горцев и др. Если озимые высевали по озимым, то засоренность ромашкой непахучей

составляла 650 шт/м², а после викоовсяной смеси — 127, клевера — 25, ячменя — 40, чистого пара — 5 шт/м² (табл. 13).

13. Засоренность озимой пшеницы ромашкой непахучей в зависимости от предшественника

Предшественник	Сорняки, шт/м ²		Процент ромашки от общей засоренности
	всего	в том числе ромашка	
Озимая пшеница	681	650	95
Викоовсяная смесь	202	127	63
Клевер	60	25	42
Ячмень	52	40	77
Чистый пар	15	5	33

В севооборотах можно уменьшить потенциальную засоренность. В чистых и занятых парах количество жизнеспособных семян сорняков можно снизить в 2—3 раза. Важная роль в этом принадлежит пропашным культурам. Их воздействие на сорняки приближается к воздействию чистого пара.

Посевы промежуточных культур относятся к биологическим методам борьбы с сорняками; они оказывают многостороннее влияние на агрофитоценоз севооборота. При их использовании засоренность последующих посевов снижается на 40—50 %, а поражение корневыми гнилями уменьшается в 1,5—2 раза. Оздоровляющее действие промежуточных культур объясняется тем, что своим густым стеблестоем они подавляют сорняки, а после запашки в почву развивается микрофлора, угнетающая семена сорняков и возбудителей корневых гнилей.

В севооборотах интенсивность конкуренции (скорость нарастания биологической массы) между культурой и сорняками определяется их видовыми особенностями и зависит от сорта и многих агротехнических приемов: нормы высева, способа посева, удобрений и т.д.

Норма высева. Уровень засоренности посевов во многих случаях зависит от созданной густоты стеблестоя культуры, формирование которого обуславливается принятой в данной зоне нормой высева. Уменьшение ее приводит к резкому повышению засоренности посевов.

Более равномерное распределение семян по площади позволяет растениям культуры благодаря лучшему использованию условий жизни и более эффективному уходу за посевами оказывать заглушающее влияние на сорняки. Для этих целей проводят перекрестный посев.

Узкорядный посев, как и широкорядный, с последующей междурядной обработкой позволяет значительно снизить засоренность.

Удобрение. Широкое применение удобрений нередко создает на полях благоприятные условия для роста и плодоношения сорняков.

С повышением уровня минерального питания засоренность в почвах может возрастать в 1,5—2 раза, а их масса — в 2—4 раза. Общие потери от сорняков на удобренных фонах у зерновых могут достигать 40—55 %, а у овощных — 80—90 %.

На сильнозасоренных почвах удобрения не могут оказывать полноценное действие и возникает необходимость борьбы с сорняками за счет улучшения технологии возделывания культур. При высокой агротехнике применение удобрений — действенный фактор подавления сорняков, способствующий росту урожайности. Нарушение технологии превращает удобрения в средство увеличения количества и массы сорняков, накопления запасов их органов, размножения в почве.

Кроме того, сорняки по-разному отзываются на вносимые виды удобрений.

К сорнякам, положительно реагирующим на улучшение азотного питания (нитрофилы), относятся марь белая, марь многосеменная, лебеда раскидистая, редька дикая, горчица полевая, горец шероховатый, пикульник заметный, пикульник двухрасщепленный, ежовник петушье просо, мятлик однолетний, паслен черный, щавель малый.

Благоприятно отзываются на фосфорсодержащие удобрения крестовник обыкновенный, крапива жгучая, фиалка полевая, торичник красный, торица полевая, дымянкa аптечная, яснотка стеблеобъемлющая.

К калиелюбивым сорнякам (калиефилы) относятся подмаренник цепкий, ярутка полевая, осот полевой и др.

Хотя такая группировка относительна, она позволяет планировать использование удобрений так, чтобы избежать усиления засоренности или, предвидя его, заранее наметить меры более полного уничтожения сорных растений.

Известкование почв. Способствует существенному (в 2 раза) снижению количества сорняков в посевах. Однако одновременно в 1,5—2,0 раза увеличивает их флористический состав, что повышает опасность усиления засоренности последующих посевов.

Поэтому необходимы сведения о реакции различных сорняков на известкование почв. Почвы с реакцией среды от сильно- до слабокислой предпочтительны для щавеля малого, торицы полевой, торичника красного, метлицы обыкновенной, ромашки непахучей, мышехвостика маленького, редьки дикой, качима постенного и др.

На почвах от слабокислой до слабощелочной реакции чаще развиваются овсюг, лебеда раскидистая, желтушник левкойный, молочай прутьевидный, белена черная, льнянка обыкновенная, лапчатка гусиная, осот полевой, чистец болотный, ярутка полевая.

Индифферентны к реакции почвенной среды марь белая, пастушья сумка обыкновенная, куколь посевной, мелколепестник канадский, виды пикульника, короставник полевой, тысячелистник.

Изменение реакции почвы и содержания в ней элементов ми-

нерального питания в доступной форме связано с изменением и других почвенных условий жизни растений (воздух, вода, тепло и т.д.)- Поэтому возможное непостоянство численности и видового состава сорняков в посевах определяется совокупным влиянием меняющихся условий среды обитания.

4.3. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Уничтожение и подавление сорняков одними агротехническими и биологическими способами не всегда дают желаемые результаты. Это обусловлено тем, что с помощью машин и оборудования невозможно уничтожить сорняки, например, в рядах или гнездах культурных растений. Мощная корневая система многолетних сорных растений не всегда уничтожается даже при глубокой вспашке. При сплошном посеве зерновых, технических, кормовых, овощных культур часто невозможно применение машин и других орудий производства, то есть нужно пропалывать только вручную. Но ручная прополка очень трудоемка, поэтому для подавления и уничтожения многих видов сорняков используют гербициды.

Гербициды — химические вещества, применяемые для уничтожения сорняков. Они получили свое название от латинских слов *herba* — трава и *ceado* — убивать. Список гербицидов, разрешенных для применения в Российской Федерации, ежегодно уточняется специальной комиссией АПК.

Гербициды были известны и применялись в производстве с конца прошлого века. Для этих целей в основном использовались неорганические соединения (железный купорос, азотнокислая медь, сульфат аммония, нитрат натрия, серная кислота, арсенит натрия, а также порошкообразный каинит, цианамид кальция и др.).

Из-за существенных недостатков они не получили широкого распространения вплоть до 40-х годов нашего столетия, когда были синтезированы органические соединения, характеризующиеся физиологической активностью и эффективностью при относительно небольших нормах расхода и материальных затратах. В России площади, обрабатываемые гербицидами, составляли почти треть пашни и многолетних насаждений. Гербициды стали неотъемлемой частью при использовании современных технологий, предусматривающих всестороннюю химизацию в условиях применения почвозащитных энергосберегающих технологий обработки почвы.

Однако при химической борьбе с сорняками есть нерешенные проблемы — нежелательное накопление устойчивых сорняков, недостаточная селективность, отсутствие необходимых препаратов, длительная инактивация и отрицательное последствие гербицидов, загрязнение окружающей среды.

Поэтому как в нашей стране, так и в мировом земледелии ведется работа по снижению гербицидной нагрузки и синтезу новых высо-

коэффициентных гербицидов, активных в низких дозах (5—25 г/га по сравнению с 1—10 кг/га и более). Наряду с этим вызывает тревогу резкое сокращение (более чем в 10 раз) использования пестицидов, в том числе гербицидов, в 1986—1990 гг. до 20—35 тыс. т в последующие

Для грамотного использования гербицидов необходимы знания классификации, основ избирательности, регламента применения, оценки прогрессивных направлений в разработке и совершенствовании химического метода борьбы с сорняками в современных условиях.

4.4. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВЫ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ ГЕРБИЦИДОВ

При широком ассортименте гербицидов, применяемых в сельском хозяйстве, важное значение имеют их классификация, обеспечивающая выбор, планирование и рациональное использование препаратов. В настоящее время нет универсальной классификации гербицидов. В зависимости от основных практических целей их группируют (табл. 14) по химическому составу, характеру действия, способам применения, степени опасности для человека и теплокровных животных, способности загрязнять продукцию и окружающую среду и др.

14. Классификация гербицидов

По химическому составу	По характеру действия	По месту действия	По срокам применения	По степени токсичности	По фитотоксичности
Органические	Сплошного действия	Листового действия	Перед посевом или посадкой	Сильнодействующие ядовитые вещества ЛД ₅₀ < 50 мг/кг	Чувствительные
Неорганические	Системные (селективные) а) росторегулирующие	Листового действия с перемещением по растению Почвенного действия через корневую систему	Одновременно с посевом или посадкой	Высокотоксичные ЛД ₅₀ = 50 - 200 мг/кг	Среднечувствительные
	б) без росторегулирующего действия в) с широкой избирательностью	Листового и почвенного действия	После посева или посадки, до появления всходов После всходов культуры В период массового отаривания сорняков	Среднетоксичные ЛД ₅₀ = 200 - 1000 мг/кг Малотоксичные ЛД ₅₀ > 1000 мг/кг	Устойчивые
	г) с узкой избирательностью				

НР Гербициды *сплошного действия* применяют для уничтожения "всех растений" на площадях, где нет посевов: на обочинах Шоссейных и железных дорог, осушительных и оросительных каналов, линиях электропередач, спортивных площадках и т.д.

Препараты избирательного действия, или селективные, уничтожают одни виды растений, но не поражают другие. Селективные гербициды можно применять в посевах почти всех культурных растений.

Избирательность зависит от анатомо-морфологических и физиологических особенностей растений обусловлена химическим составом и физико-химическими свойствами гербицида, его физиологической активностью. Многие из селективных препаратов поражают значительное количество видов сорняков. Так, 2,4-Д и 2М-4Х подавляют многочисленные двудольные сорняки в посевах зерновых культур. Атразин в посевах кукурузы уничтожает многие двудольные и однодольные сорные растения. Это примеры широкой избирательности гербицидов. Наоборот, некоторые из них поражают ограниченное число видов сорняков или даже только один сорняк — узкая избирательность. Например, авадекс, применяемый для обработки посевов пшеницы, ячменя, гороха против овсяга, действует на него очень ограниченное время (только в фазе 1—2 листьев). Пропанид, используемый для уничтожения куриного проса в посевах риса, действует очень слабо на другие сорняки.

Устойчивостью к почвенным гербицидам обладают растения с глубокой корневой системой. Например, бодяк полевой, осот полевой, горчак ползучий, выюнок полевой, хвощ полевой устойчивы к атразину потому, что они удерживаются в верхнем 10-сантиметровом слое почвы и не достигают зоны деятельных корней. На этом основано применение указанных препаратов в садах и лесных питомниках. Они уничтожают многие сорняки, корни которых сосредоточены в верхнем слое почвы, но не поражают плодовые растения и саженцы древесных пород, корневые системы которых расположены на значительной глубине.

По характеру действия на растения гербициды можно разделить на три группы.

1. Системные, с типичным росторегулирующим действием. Вызывают нарушение роста и деления клеток, разрастание тканей, деформацию стеблей и листьев, образование воздушных корней. В оптимальных концентрациях проявляют высокую избирательность, подавляя двудольные и не действуя на злаки.

2. Системные, без типичного росторегулирующего действия. Проникают в растения, влияют на фотосинтез и другие жизненно важные процессы. У поврежденных растений изменяется окраска листьев, они постепенно увядают и отмирают.

3. Вещества контактного действия, вызывающие в местах попадания ожоги листьев, разрушение хлорофилла и увядание растений.

По месту действия на органы растений гербициды объединяют в четыре группы.

1. Листового действия, оказывающие преимущественно контактное действие в местах нанесения на растение.

2. Листового действия, перемещающиеся по растению после нанесения на листья, оказывающие системное действие на растительные ткани на расстоянии от места нанесения.

3. Почвенные гербициды, передвигающиеся после поглощения корневой системой в надземные органы и оказывающие действие в корнях или в надземных органах растений.

4. Гербициды, оказывающие действия при нанесении на листья и при внесении в почву, поступающие в растение как через листья, так и через корни, действующие в листьях и корнях.

По срокам применения гербициды подразделяют также на четыре группы.

1. Препараты, применяемые перед посевом семян или высадкой рассады, до всходов сорняков, в основном почвенного действия, или используемые для обработки взошедших сорняков — гербициды контактного листового действия, а также обладающие почвенным и листовым действием.

2. Препараты, вносимые одновременно с посевом методом сплошного опрыскивания или ленточно, в зоне рядка и в защитной зоне междурядья, не обрабатываемой культиватором при выращивании пропашных культур.

3. Препараты, применяемые после посева семян растений, до появления их всходов и всходов сорняков, в основном почвенного действия; применяемые после всходов и всходов сорняков — препараты системного или контактного действия.

4. Препараты, применяемые после всходов культурных растений методом сплошного или ленточного опрыскивания почвы у основания стебля, с исключением попадания рабочего раствора на листья и молодые стебли.

По реакции на применяемые гербициды культурные растения и сорняки делят на *чувствительные*, которые практически полностью уничтожаются, *среднечувствительные* — отмирают не полностью или только угнетаются и *устойчивые* — не угнетаются. Чувствительность культурных растений зависит от фазы их развития.

Из биологических групп к гербицидам более чувствительны малолетники. Многолетние сорняки устойчивее, что объясняется наличием мощной корневой системы.

Многие виды сорняков обладают повышенной чувствительностью к гербицидам в раннем возрасте, особенно в фазе проростков.

Сроки и способы внесения гербицидов. Специалист должен уметь правильно выбрать нужный гербицид, установить сроки и способы обработки посевов и оптимальную норму расхода препарата и жидкости.

Сроки и способы применения гербицидов зависят от их свойств, препаративных форм, путей поступления в растения, избирательности культурных растений и спектра действия, то есть набора поражаемых сорняков.

Сроки обработки. По срокам применения гербицидов различают: *предпосевное внесение в почву с заделкой культиваторами или боронами; послепосевное внесение в почву без заделки или с одновременной заделкой; довсходовое опрыскивание* поля за несколько дней до появления всходов культурных растений; *послевсходовое опрыскивание; послеуборочную обработку ИЛИ* периоды массового отрастания сорняков.

Способы обработки. Обработка посевов или почвы гербицидами может быть сплошной, рядковой, ленточной и очаговой. При *сплошной обработке* препарат равномерно распыливают по всей площади. Такую обработку используют на посевах всех культур и на полях, свободных от посевов.

Рядковую и ленточную обработки применяют на полях пропашных культур.

Очаговое внесение гербицидов практикуют для уничтожения куртин карантинных и особо злостных сорняков. Для этого чаще всего используют гербициды сплошного действия.

Необходимо учитывать, что время для довсходового внесения гербицидов ограничено несколькими днями — от посева до появления всходов культурных растений, а гербициды не могут быть заделаны в почву обработкой, поэтому следует использовать менее летучие препараты.

Предпосевное и довсходовое внесение гербицидов весьма эффективно, так как препараты подавляют сорняки в самые ранние фазы развития культурных растений, когда они наиболее чувствительны к засоренности.

Послевсходовые обработки гербицидами проводят с помощью опрыскивания. При послевсходовом внесении гербицидов особенно важно правильно установить сроки обработки и нормы расхода препаратов, чтобы не повредить культурные растения и уничтожить сорняки в раннем возрасте, когда они более чувствительны.

В посевах пропашных культур практикуют послевсходовое направленное опрыскивание, при котором гербициды с помощью специальных опрыскивателей вносят в рядки или только в междурядья. Перспективно применение гранулированных препаратов. Их вносят с помощью специальных машин на нужную глубину, а также в рядки или междурядья или рассеивают на поверхности поля. В форме гранул они действуют в почве более продолжительное время, медленнее разрушаются микроорганизмами.

В ряде стран практикуют внесение гербицидов вместе с оросительной водой — *гербигация*.

В районах, подверженных эрозии, гербициды используют на паровых полях для сокращения количества обработок.

Формы и нормы расхода гербицидов. Правильный расчет нормы*

*При установлении нормы расхода гербицидов следует руководствоваться «Списком химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве», который ежегодно уточняется.

расхода гербицидов имеет исключительно важное значение, так как превышение нормы может вызвать повреждение культуры и снижение урожайности, а уменьшение ее ведет к снижению эффективности гербицидов в подавлении сорняков, что также снижает урожайность и увеличивает засоренность.

Для всех гербицидов установлены оптимальные нормы расхода применительно к разным культурам, определены сроки и способы их внесения. Эффективность применяемых гербицидов зависит также от форм, в виде которых они выпускаются.

Гербициды выпускают в форме порошков (растворимые в воде и образующие устойчивые суспензии), водных растворов и водорастворимых концентратов, концентратов эмульсии, гранул.

Часто используют изготавливаемые промышленностью смеси гербицидов, сходные по действию на растения.

Технические порошкообразные препараты содержат до 50—80 % действующего вещества, а гранулированные — 5—10 %. Кроме того, в их состав входят поверхностно-активные вещества (ОП-7, ОП-10, сульфанол и др.), выполняющие роль эмульгаторов, смачивателей.

Устанавливать дозу следует в каждом конкретном случае в зависимости от видового состава сорняков, степени засоренности, гранулометрического состава почвы, содержания в ней органического вещества. Необходимо также учитывать погодные условия во время применения гербицидов и возможное остаточное их действие на последующие культуры в севообороте.

Дозы расхода гербицидов часто дают в килограммах действующего вещества на 1 га или в килограммах препарата (технического продукта) на 1 га. В ряде случаев удобнее пользоваться нормами расхода гербицидов в кг/га д.в.:

$$D = d \cdot 100 / A,$$

где d — норма расхода действующего вещества, кг/га, A — количество действующего вещества в техническом препарате, %.

Пользуясь приведенной формулой, можно рассчитать гектарные нормы расхода любого препарата.

Зная норму расхода препарата, можно по этой же формуле рассчитать норму расхода гербицида в действующем веществе на 1 га:

$$d = \frac{D \cdot \% \text{ действующего вещества}}{100}.$$

При возделывании пропашных культур гербициды вносят ленточным способом, опрыскивают только рядки, а междурядья обрабатывают культиваторами. В этом случае норма расхода гербицида меньше, и ее рассчитывают по формуле

$$D_a = D_c \cdot \frac{S}{M},$$

где D — норма расхода гербицида при ленточном внесении, кг/га; D_c — норма расхода гербицида при сплошном внесении, кг/га; S — ширина ленты опрыскивания, см; M — ширина междурядий, см.

При применении гербицидов важно знать и норму расхода жидкости. Она зависит от природы действия гербицидов и от применяемых машин и аппаратуры. Более высокие нормы расхода жидкости устанавливают для контактных гербицидов почвенного действия. При использовании тракторных навесных и прицепных опрыскивателей нормы расхода жидкости также более высокие по сравнению с авиационными обработками.

Для наземных тракторных опрыскивателей примерные нормы составляют: для контактных гербицидов 300—600 л/га, системных гербицидов 150—300, для гербицидов почвенного действия 300—400 л/га.

Для авиационных опрыскивателей: на зерновых колосовых культурах при малообъемном опрыскивании — 25 л/га, при ухудшении условий (снижение относительной влажности воздуха до 50 %) норму расхода увеличивают до 50 л/га.

Для внесения гербицидов почвенного действия, а также для обработки риса расход жидкости 50—100 л/га, при обработке посевов льна — 100—150 л/га.

Концентрация раствора изменяется в зависимости от нормы расхода жидкости, что связано с использованием наземной или авиационной аппаратуры:

$$K = D \cdot 100 / Q,$$

где K — концентрация рабочего раствора, %; D — норма расхода гербицида по препарату, л/га, кг/га; Q — норма расхода жидкости, л/га.

Условия применения гербицидов. Большое влияние на качество опрыскивания оказывают метеорологические условия. Ветер нарушает равномерность распределения жидкости на площади, увеличивает ее испарение и снос. Капли диаметром 100 мкм и менее при скорости ветра 3,6 м/с сносятся полностью даже при расположении распылителей на 38 см от поверхности почвы. При увеличении размера капель снос уменьшается, а при диаметре их 325 мкм прекращается.

Оптимальные условия работы наземных штанговых опрыскивателей создаются в безветренную погоду, а аэрозольных генераторов авиаопрыскивания — при скорости ветра не более 2 м/с. Если на соседних полях находятся культуры, чувствительные к гербициду, то граничащую с ними полосу шириной 5—10 м, а при ветреной по-

годе и больше, обрабатывать нельзя. При использовании аэрозольных генераторов защитная полоса расширяется до 100 м, а при авиаопрыскивании и направлении ветра в сторону соседнего поля — до 2000 м.

При отсутствии осадков опрыскивать следует утром и вечером. В полуденные часы восходящие токи воздуха будут поднимать мелкие капли раствора и переносить их на большие расстояния. Осадки во время опрыскивания или в первые 6 ч после него снижают эффективность препарата.

Оптимальная температура воздуха во время опрыскивания 16—22°C. При низкой температуре эффективность гербицида снижается из-за пониженной активности роста у сорняков, при высокой — увеличиваются испарение раствора и опасность повреждения чувствительных культур на соседних полях.

Активность почвенных гербицидов зависит от влажности и температуры верхнего слоя почвы. На сухой почве действие ряда гербицидов ослабляется, медленнее происходит детоксикация. Это увеличивает опасность повреждения высеваемых в последующие годы сельскохозяйственных культур, чувствительных к данному гербициду. При высокой влажности почвы и обильных осадках некоторые препараты проникают в глубь почвы, быстро инактивируются, а в верхнем слое, освобожденном от гербицида, будут прорастать сорняки.

Гербициды, испаряющиеся или разрушающиеся под влиянием солнечных лучей (триаллат, тиллам, трефлан и др.), необходимо заделывать в верхний слой почвы.

При повышенном содержании в почве илстой фракции или гумуса адсорбция гербицида усиливается. В этом случае следует увеличить его дозу. На песчаных и супесчаных почвах, бедных органическим веществом, ее уменьшают.

Благоприятные погодные и почвенные условия значительно усиливают действие гербицидов на сорняки.

4.5. ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕРБИЦИДОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУРАХ

В практике сельскохозяйственного производства широкое распространение получили гербициды в форме солей и эфиров производные 2,4-Д и 2М-4Х в дозах, не превышающих 0,5—1,6 кг/га или л/га (в дальнейшем дозы гербицидов указаны по препарату, иногда в справочной литературе дозы гербицидов приводятся по действующему веществу). В посевах озимой и яровой пшеницы, озимой ржи, ячменя, овса, проса, сорго, в злаковых кормовых культурах против двудольных сорняков применяют гербициды группы 2,4-Д в нормах (1,2—1,6 кг/га) в фазе кущения культуры до начала выхода в трубку. Дозы гербицидов могут уменьшаться в зависимости от чувстви-

тельности культуры и сорняков. Для борьбы с многолетними сорными растениями дозы увеличивают на 15—25 %. В борьбе с устойчивыми сорняками (трехреберник, звездчатка, горцы, подмаренник, фиалка), а также злаковыми сорняками (щетинники, ежовник, овсюг, мятлик) и многолетниками (осоты, вьюнок, пырей и др.) используют препараты группы 2,4-Д в смеси с дикамбой, пиклорамом или хлорсульфуроном (гранстар, хармони, гродил). Эти гербициды нового поколения обладают высокой эффективностью, и их дозы в посевах зерновых не превышают 10—70 г/га. К перспективным гербицидам следует отнести: ковбой (0,150—0,200), диален-супер (0,8—1), базагранидр.

В борьбе с отдельными злостными сорняками применяют специально синтезированные препараты. Например, против овсюга используют авадекс (2—4), триаллат (1,6—3,2), которыми опрыскивают почву (с немедленной заделкой) до посева или до всходов культуры. Применение гербицидов в посевах зерновых не всегда позволяет добиться желаемых результатов, и поэтому обработку повторяют в послепосевной период. Широкое распространение получили так называемые «химические» пары. Благодаря гербицидам сокращается число обработок, уменьшается риск эрозионных процессов, удается уничтожить злостные сорняки.

Наиболее широкое распространение получили препараты раундап, нитоссор и глифосат. Их применяют в разных дозах (от 2—3 до 6—8) в различных культурах, плодовых насаждениях, виноградниках, питомниках, сенокосах и пастбищах, чистых парах против злостных многолетников (свиной, пырей, вьюнок, бодяк, осот и др.) по вегетирующим сорнякам при условии защиты культуры.

Зерновые бобовые (горох, фасоль, соя, чечевица, чина, вика, люпин, кормовые бобы) обладают высокой чувствительностью к гербицидам, что ограничивает их применение. В посевах сои, фасоли используют трефлан (4—10); им опрыскивают поле до посева культуры с немедленной заделкой. Фюзилат (2—4) применяют в посевах сои, кормовых бобов, гороха; опрыскивают в фазе 4—5 листьев у культуры. Перспективными гербицидами в посевах зернобобовых являются набу (1—3), пивот (0,5—1) и др.

Кукуруза на зерно и зеленый корм невозможно вырастить без применения гербицидов, так как потери из-за сорняков составляют 25—30 % и более.

В посевах кукурузы используют различные гербициды с широким спектром действия. Гербициды 2,4-Д (0,85—1,4), диален (1,9—3), базагран (2—4) применяют против двудольных сорняков, а против устойчивых, в том числе и злаковых, используют лонтрел-300 (1,0) или бентазон + атразин (3—4). Для опрыскивания почвы или всходов культуры применяют дуал (1,6—2,1) или прим-экстру (4—6). К перспективным следует отнести титус (0,04—0,05) и его смесь с прессингом (0,350).

В посевах **сахарной и кормовой свеклы** из-за сорняков урожай

снижается на 30—50 %. К числу широко используемых гербицидов относят: бетанал (4—6), который применяют в фазе двух настоящих листьев у культуры; пирамин (4—8), гексилур (1—2), эптам (2,7—8,0) — до посева, до появления всходов или по всходам культуры; лонтрелом-300 (1—2) опрыскивают при появлении 1—3 пар листьев у свеклы. В борьбе со злаковыми сорняками применяют — дуал, таргу, набу, зелек, карибу.

Картофель чувствителен к большинству системных гербицидов при применении их по всходам. Агритокс (1—2), стомп (5), зенкор (1,4—2,1), тезагард (3—4), топогард (2—4) применяют путем опрыскивания посадок до появления всходов. Фюзилат (2,0), таргу (2—4) применяют при высоте картофеля 10—15 см против злаковых сорняков в фазе 3—5 листьев у сорняков, в том числе против пырея ползучего.

В посевах **подсолнечника** использование гербицидов требует большой осторожности, так как молодые растения могут сильно повреждаться широко распространенными системными гербицидами. До посева подсолнечника в почву вносят хапктан (4,2—5,6), прометрин (2—4), трифлуралин (3,3—8,3) для уничтожения проростков сорняков. Фюзилат (1—2) применяют в фазе 2—4 листьев у сорняков.

Лен-долгунец больше других культур нуждается в защите от сорняков, особенно в начале роста. Для подавления двудольных сорняков применяют МЦПА (2М-4Х) в норме 0,8—1,5 кг/га в фазе елочки при высоте растений 5—12 см. В этой же фазе у льна применяют базагран (2,7—4), лонтрел-300 (0,1—0,3), кросс (0,01—0,015). Против злаковых сорняков, в том числе специализированных, используют дуал (1—2,1), триаллат (1,2—2), трефлан (3,2—4) с помощью опрыскивания почвы с немедленной заделкой перед посевом льна.

В посевах **овощных культур** в производственных условиях широко применяют гербициды почвенного действия и послевсходовые по вегетирующим растениям. В посадках томата применяют: нитран (3,3—5) при опрыскивании почвы перед посевом или высадкой рассады, аналогично применяют трефлан (2,0—2,4); набу (2,5—5) и зенкор (0,7—1,4) используют против однолетних и многолетних злаковых сорняков при появлении 1—2 настоящих листьев у культуры или через 15—20 дней после высадки.

На **моркови** применяют малоран (3—4) и нитран (2,5) с помощью опрыскивания почвы после посева, а прометрин (2—4) — после всходов культуры. Эти препараты используют в посадках сельдерея, укропа, петрушки.

В посадках **капусты** при безрассадном способе посева длительное время применяют семерон (1—2) путем опрыскивания почвы до всходов культуры, нитран (3,3—5) — до высадки рассады с заделкой в почву, а бутизан (1,5—2) — через 1—7 дней после высадки рассады.

Для прополки посевов **столовой свеклы** рекомендуют препараты, которые используют на сахарной и кормовой свекле.

В посевах **огурца, лука, чеснока** и других овощных культур применяют трефлан (4—6), таргу (1—2), дуал (1,1—2,1) и др.

В плодовых садах, питомниках, ягодниках и лекарственных посадках, как правило, применяют гербициды сплошного и почвенного действия. Препараты системного и сплошного действия используют при условии защиты культур (направленное опрыскивание). Для этих целей наиболее часто используют раундап, глифосат, нитоссорг (4,0—8,0) в плодовых, цитрусовых, виноградниках, на чайных плантациях при массовых отрастаниях многолетних сорняков. Эти же гербициды используют для уничтожения нежелательных лиственных пород деревьев (осина, береза, ольха и др.) на полосах отчуждения, линиях электропередач, газопроводах, аэродромах и других землях несельскохозяйственного использования.

Для борьбы с сорняками в посевах череды, ноготков, мака масличного, ромашки аптечной применяют дуал (1,5) до посева этих культур. Зенкор (2,1—2,2), лонтрел (1,0—1,7), пирамин (2—4), керб (3—5) применяют в питомниках, посадках земляники, насаждениях лаванды, розы эфиромасличной, мяты перечной, шалфея мускатного, Melissa и других культур при массовом отрастании сорняков при направленном опрыскивании.

Совершенствование технологии применения гербицидов. Гербициды нельзя рассматривать как единственное средство борьбы с сорняками. Недостаточная изученность условий, при которых в полной мере проявляется их фитотоксичность, и нарушения агротехники нередко приводят к снижению их эффективности. Применение гербицидов одного вида в течение продолжительного времени способствует уничтожению чувствительных к нему сорняков и к усиленному распространению устойчивых видов.

Для преодоления отрицательных последствий необходимо более глубоко и всесторонне учитывать природные условия, характер засоренности поля, состояние сорных и культурных растений во время применения гербицидов, строго соблюдать все рекомендации. Чтобы не допустить распространения устойчивых сорняков, необходимо использовать препараты с широким избирательным действием, а также их смеси, менять их по годам.

Даже при правильном выборе и применении гербицидов их следует рассматривать как один из элементов системы агротехники. Необходимо использовать в первую очередь и в полной мере все агротехнические меры, а в дополнение к ним — химические средства.

Освоение энергосберегающих почвозащитных технологий обострило проблему борьбы с устойчивыми сорняками. Исследование способов повышения эффективности борьбы с ними проводят по следующим направлениям: изменение сроков химической прополки; усиление действия гербицидов с помощью смеси гербицидов, фунгицидов и регуляторов роста растений; применение новых гербицидов, обладающих более широким спектром действия; разработка и освоение систем гербицидов.

Разработка и освоение систем гербицидов должны быть связаны с системой земледелия. Это позволит обеспечить природоохранную и экологическую безопасность системы защиты агрофитоценозов от сорняков, высокую биологическую и хозяйственную эффективность.

Современные системы применения гербицидов позволяют:
наиболее полно использовать севооборот;
усилить действие систем обработки почвы и удобрения на сорняки как регулирующие факторы их обилия;
использовать влияние каждого гербицида с учетом действия и последствия;
сократить применение гербицидов за счет положительного взаимодействия всех элементов системы; заменить химические средства Ганехимические.

Системы применения гербицидов в полевых севооборотах определяются составом культур, типом почвы, особенностями зоны. Например, на дерново-подзолистых почвах в севообороте (1 — занятый пар, 2 — озимая пшеница, 3 — ячмень + многолетние травы, 4-5 — многолетние травы, 6 — озимая пшеница, 7 — картофель, 8 — ячмень) гербициды использовали только на четырех полях (озимая пшеница, картофель и ячмень). Гибель сорняков составила 80—95 %. Продуктивность севооборота от ротации к ротации возросла.

Техника безопасности и охрана окружающей среды при использовании гербицидов. В России 24 июня 1997 г. был принят федеральный закон «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами», в котором установлено правовое обеспечение безопасного обращения с пестицидами, в том числе с их действующими веществами, а также с агрохимикатами в целях охраны здоровья людей и окружающей природной среды. Все работы с использованием химических средств проводят в соответствии с ГОСТом и Инструкцией по технике безопасности при хранении, транспортировке и применении пестицидов в сельском хозяйстве. Токсичность гербицидов для человека и животных неодинакова. Она измеряется величиной LD_{50} , т.е. летальной дозой, приводящей при попадании в желудок к гибели 50 % теплокровных животных. Выражается она в миллиграммах на 1 кг живой массы организма.

По степени токсичности гербициды делят на 4 группы: сильнодействующие ($LD_{50} < 50$ мг/кг), высокотоксичные ($LD_{50} = 50—200$ мг/кг), среднетоксичные ($LD_{50} = 200—1000$ мг/кг), малотоксичные ($LD_{50} > 1000$ мг/кг).

Большая часть гербицидов, применяемых в сельском хозяйстве, малотоксична и при соблюдении правил техники безопасности безвредна для людей и животных. С этими правилами необходимо ознакомиться всем лицам, связанным с обработкой посевов химическими средствами борьбы с сорняками.

Прежде всего следует знать свойства применяемого гербицида,

как он действует на человека, меры предосторожности во время работы с ним, а также как оказать первую помощь пострадавшим от препарата.

Лица, направляемые на работу с гербицидами, проходят медицинское обследование. К этой работе не допускают молодежь до 18 лет, а также беременных и кормящих женщин. Работающих снабжают спецодеждой.

Транспортные средства, предназначенные для перевозки гербицидов, должны легко очищаться, обеззараживаться и плотно закрываться. Нельзя транспортировать гербициды вместе с людьми, продуктами питания и фуражом.

Гербициды хранят в специализированных складах, удаленных от жилых и хозяйственных построек не менее чем на 200 м. Они должны иметь хорошо закрывающиеся двери и ставни; достаточные вентиляцию и освещенность; покатые, плотные, без щелей и подпола, полы; душ; умывальник; помещение для хранения спецодежды; аптечку. Пестициды со склада отпускают по письменному распоряжению руководителя хозяйства или главного агронома. Двери склада по окончании работы опечатывают. Запрещается бестарное хранение гербицидов.

Обрабатывают посевы гербицидами под руководством специалиста. Жители близлежащих населенных пунктов должны быть заблаговременно оповещены о предстоящей работе. Поля и некоторые участки, удаленные не более чем на 300 м от водоемов, жилых и хозяйственных построек, можно обрабатывать только с разрешения станции защиты растений малотоксичными гербицидами наземными штанговыми опрыскивателями.

Заправочные пункты располагают в местах, удаленных от жилых и хозяйственных строений не менее чем на 200 м. Приготовление растворов, заполнение ими баков опрыскивателя должны быть механизированы. По окончании работ территорию заправочного пункта обрабатывают хлорной известью и перепахивают.

Во время работы не разрешается принимать пищу, курить. Перед завтраком, обедом необходимо тщательно вымыть руки и лицо с мылом или принять душ.

Однако и при соблюдении всех правил, а тем более при их нарушении, возможны отравления, признаками которых служат головкружение, судороги, рвота, озноб и т.д. В этих случаях пострадавшему необходимо оказать первую помощь.

Открытые части тела, пораженные гербицидами, следует очистить сухой ватой и промыть теплой водой с мылом. Глаза в случае попадания гербицида надо обильно промыть чистой водой, а затем 2%-ным раствором соды.

Если препарат попал в желудок, нужно вызвать рвоту у пострадавшего, дав ему предварительно выпить несколько стаканов теплой кипяченой воды, затем 2—3 столовые ложки активированного угля, размешав его с водой, а после этого слабительное.

При проникновении гербицида в дыхательные органы и появлении першения и кашля пострадавшего отводят подальше от места применения гербицида и на время оставляют там, заменив фильтр респиратора. Во время работы с растворами фильтры меняют 2—3 раза в день. После работы лицевые части респиратора моют теплой водой с мылом и хорошо протирают ткань, смоченной раствором марганцовокислого калия (0,5%-ным) или спиртом, затем респиратор промывают чистой водой и сушат.

Спецодежду хранят до следующего рабочего дня на специальных складах в отдельных шкафчиках. После окончания сезона ее, а также предварительно промытые и высушенные части опрыскивателей сдают на склад, где они хранятся до следующего года. Транспортные средства, цистерны, тару и весь инвентарь обеззараживают: металлические предметы — керосином, деревянные — хлорной известью, металлическую и стеклянную тару — 3—5%-ным раствором кальцинированной соды, хлорной известью или золой; бумажную и непригодную деревянную тару из-под пестицидов сжигают, а остатки раствора и использованные обеззараживающие средства засыпают известью и закапывают не менее чем на 200 м от жилых и хозяйственных помещений и водоемов. Лица, виновные в нарушении правил безопасного обращения с гербицидами, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

4.6. КОМПЛЕКСНАЯ БОРЬБА С СОРНЫМИ РАСТЕНИЯМИ

В практике земледелия агротехнические, биологические и химические методы борьбы с сорняками должны применять в комплексе. Комплексная система мер борьбы с сорняками должна рационально сочетать научно обоснованное чередование культур с обработкой почвы, внесением удобрений на планируемую урожайность, использование научно обоснованных химических средств защиты и регуляторов роста растений.

Сочетание агротехнических и биологических мер успешно применяют для борьбы со злостными многолетними сорняками — бодяком полевым, вьюнком, горчаком и др. Сущность этого сочетания заключается в систематической подрезке появляющихся побегов сорняков в паровом поле с последующим угнетением оставшихся жизнеспособных растений стеблестоем озимых колосовых культур. *Сочетание механического удаления сорняков с последующим биологическим угнетением* широко применяют при возделывании пропашных культур. Эффективность такого метода в посевах приближается к действию чистого пара.

Широко используют в производстве сочетание агротехнических и химических мер уничтожения сорняков; эффективность особенно повышается при минимальной обработке почвы. Засоренность

посевов при этом снижается в 2,5 раза, а количество семян сорняков в почве уменьшается в 1,5—2 раза.

Это особенно полезно в районах, подверженных ветровой и водной эрозии, где частые механические обработки усиливают ее. Применение гербицидов в паровых полях позволяют предотвратить эти отрицательные явления.

Сочетание механических, химических и биологических мер в технологии возделываемых культур обеспечивает более полное уничтожение сорных растений, так как их воздействие на сорняки продолжается в течение ротации севооборота.

Борьба с сорняками наиболее эффективна в условиях комплексной химизации. Комплексная химизация обеспечивает основной прирост урожайности. На основе применения удобрений, гербицидов, фунгицидов, инсектицидов, регуляторов роста растений многие страны добились урожайности зерновых 5—6 т/га и более; при этом отмечаются стабильность и устойчивость земледелия независимо от складывающихся погодных условий.

В современном земледелии комплексная борьба с сорняками является составной частью интегрированной системы борьбы с вредными организмами. Исследования МСХА в условиях Московской области на посевах ячменя и овса показали, что благодаря комплексному применению удобрений, гербицидов и средств защиты растений от болезней и вредителей урожайность зерна составила 5,66—6,05 т/га, а данные урожайности озимой пшеницы приведены в таблице 15.

15. Влияние комплексного применения средств химизации на урожайность озимой пшеницы

Вариант опыта	Урожайность	Прибавка урожайности
	т/га	
Контроль	4,07	—
N180P90K40 (фон)	4,88	0,81
Фон + гербицид	5,96	1,89
Фон + гербицид + тур	6,42	2,39
Фон + гербицид + тур + фунгицид	8,02	3,95

Системы мероприятий по борьбе с вредными организмами разрабатывают одновременно с проектированием севооборотов и технологий возделывания сельскохозяйственных культур, которые, в свою очередь, должны учитывать задачи комплексной борьбы с засоренностью посевов.

В системе комплексных мер борьбы с сорной растительностью важное место отводят специальным мерам борьбы с наиболее злостными и карантинными сорняками.

Наиболее опасными сорняками с экономической точки зрения из группы карантинных, ограниченно распространенных в России являются амброзия полыннолистная, амброзия голометельчатая, горчак ползучий, паслен корольковый, паслен колючий, различно-

го вида повилики. К группе злостных сорняков следует отнести неотпрысковые (осот розовый, осот полевой, латук татарский, осот полевой), корневишные (пырей ползучий, свинорог, пырей, сорго алеппское) и сорняки брошаемого земледелия (свекла, лопух, клубника, чистец болотный).

Все перечисленные сорняки относятся к злостным и трудноискоренимым растениям. При значительном распространении они угнетают культурные растения и могут полностью уничтожить урожай, засоряют полевые культуры, сады, виноградники, огороженные каналы, обочины дорог. Максимального эффекта можно добиться при применении механического способа в системе паровой обработки. Рекомендуют глубокие обработки (на 28—30 см), а иногда полуплантажную (на 40—45 см) и даже плантажную (на 60—65 см) в сочетании с обработкой тяжелой дисковой (на 12—14 см) и культиватором-плоскорезом до 25 см.

Механические обработки сочетают с широким применением гербицидов — дикамбы, пиклорама, диадена, атразина, глифосата в сочетании с гербицидами группы 2,4-Д.

Для полного искоренения злостных и карантинных сорняков вводят севообороты или звенья (пар — озимые — пар — озимые) с обязательным применением глубоких обработок и гербицидов. На участках несельскохозяйственного назначения гербициды можно применять в повышенных дозах.

На небольших очагах и куртинах злостные и карантинные сорняки уничтожают путем ручных прополок и перекопок борки корней сорняков с последующим их сжиганием.

Контрольные вопросы и задания

- Какой вред наносят сорняки сельскому хозяйству? 2. Почему сорняки не удается полностью уничтожить? 3. На каких признаках основана классификация сорняков? 4. Какие сходства и различия между зимующими и озимыми сорняками, паразитами и полупаразитами? 5. Какие наиболее злостные корнеотпрысковые сорняки и их биологические особенности? 6. Для чего необходима карта засоренности полей и как ее составлять? 7. Для чего необходима карта засоренности полей и как ее составлять? 8. Какие меры борьбы с сорняками? 9. Каковы приспособительные свойства семян сорняков, позволяющие им выживать на полях? 10. По каким признакам и как классифицируют сорняки? 11. В чем состоят различия между фитотенетическими и биотенетическими сорняками? 12. Как между механическими и агротехническими способами борьбы с сорняками? 13. Назовите основные меры борьбы, кроме химических, с корневишными и корнеотпрысковыми сорняками? 14. Как избавиться от сорняков-паразитов? 15. В чем роль химических средств борьбы с сорняками, каковы их преимущества и недостатки? 16. Какие меры борьбы с сорняками? 17. Какие меры борьбы с сорняками? 18. Чем вызвана необходимость системы мероприятий по борьбе с сорняками и какие составные части входят в эту систему? 19. Каковы меры борьбы с сорняками, работающими с гербицидами, и против загрязнения почвы и воздуха?

РАЗДЕЛ III СЕВООБОРОТЫ

Глава 1 НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СЕВООБОРОТА

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Большинство хозяйств агропромышленного комплекса России имеет многоотраслевое сельскохозяйственное производство. Обычно оно состоит из хорошо развитых животноводства и растениеводства. В зависимости от специализации, масштабов производства, почвенно-климатических и других условий в каждом хозяйстве складывается своя структура посевных площадей.

Структура посевных площадей — соотношение площади посевов сельскохозяйственных культур и чистого пара, выраженное в процентах к общей площади пашни. Структура посевных площадей — основа севооборота.

Севооборотом называют научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и чистого пара во времени и по полям.

Чистый пар — поле, свободное от возделывания сельскохозяйственных культур в течение летнего периода. На этом поле проводят систематическую обработку почвы, вносят удобрения, осуществляют другие мероприятия по подготовке поля под посев последующей культуры.

Рассмотрим конкретный пример. Представим, что на одном из массивов пашни необходимо разместить посевы сельскохозяйственных культур, имеющих следующую структуру посевных площадей: озимая пшеница — 25 %, ячмень — 25 %, викоовсяная смесь на зеленый корм — 25 % и картофель — 25 %. Отведенный для возделывания названных культур участок земли делят на четыре равных по площади поля и на них размещают посевы. Распределение всех четырех культур в первый год их возделывания (например, в 1997 г.) не вызывает особых затруднений — одну из культур высевают на одном из полей. При этом размещение культур в этот год может быть любым при условии, что каждая из них занимает одно поле. Однако в последующие годы возможны два решения.

В первом варианте каждую культуру много лет подряд возделывают на одном и том же поле, и на каждом из четырех полей будет бессменная культура озимой пшеницы, или ячменя, или картофеля, или викоовсяной смеси.

Бессменной называют сельскохозяйственную культуру, длительное время возделываемую на одном и том же поле. Если же бессменная культура является единственной сельскохозяйственной культурой, возделываемой в хозяйстве, то она называется *монокультурой*. Часто понятия «бессменная культура» и «монокультура» употребляют как синонимы. Многовековой опыт земледелия показывает, что бессменное возделывание почти всех сельскохозяйственных культур приводит к значительному снижению урожайности, а иногда к полной гибели посевов. Поэтому, отказываясь от бессменных посевов, находят другое решение.

Во втором варианте ежегодно на каждом из четырех полей проводят смену культур в заранее определенной последовательности. Эту последовательность устанавливают по *схеме севооборота* — перечню сельскохозяйственных культур и паров в порядке их чередования в севообороте и по годам.

Для данного набора культур в этих условиях наиболее эффективна и научно обоснована следующая схема севооборота: / — вико — овес на корм, 2 — озимая пшеница, 3 — картофель, 4 — ячмень. В этой схеме каждая культура является предшественником по отношению к той, которая идет в следующем году. *Предшественником* называют сельскохозяйственную культуру или пар, занимавшие поле до посева последующей в севообороте культуры.

По этой схеме в каждом поле севооборота происходит чередование культур, начиная с той, которая была размещена в 1997 г. Так, на поле I это будет чередование: 1 — озимая пшеница, 2 — картофель, 3 — ячмень, 4 — вико — овес на корм. На поле II это чередование начинается с ячменя, на поле III — с картофеля, на поле IV — с викоовсяной смеси на корм. Независимо от культуры, с которой начинается чередование, к 2000 г. в течение 4 лет по данной схеме севооборота все культуры севооборота пройдут через каждое из четырех полей и ротация севооборота завершится.

Период, в течение которого сельскохозяйственные культуры и пары проходят через каждое поле в последовательности, предусмотренной схемой севооборота, называется *ротацией*.

Продолжительность ротации для данного примера четырехлетняя. Ротация выражается схемой севооборота, и ее продолжительность равна количеству полей в севообороте. Но чтобы различить их между собой, принято порядок чередования культур в схемах севооборотов за ротацию обозначать арабскими цифрами, а нумерацию севооборотных полей — римскими. При введении севооборота каждое поле получает постоянный номер, который сохраняется в юмлеустроительной и севооборотной документации, а также на меженных знаках по границам полей в натуре до тех пор, пока используется данная схема севооборота.

Размещение культур по полям на период ротации представляют и нидс ротационной таблицы (табл. 16).

16. Ротационная таблица 4-польного севооборота

№ поля	1997 г	1998 г	1999 г	2000 г
I	Озимая пшеница	Картофель	Ячмень	Вика — овес на корм
II	Ячмень	Вика — овес на корм	Озимая пшеница	Картофель
III	Картофель	Ячмень	Вика — овес на корм	Озимая пшеница
IV	Вика — овес на корм	Озимая пшеница	Картофель	Ячмень

Ротационной таблицей называют план размещения сельскохозяйственных культур и паров по полям и годам на период ротации севооборота.

Обычно размещение каждой культуры на полях в первый год ротации определяется ее местом в год освоения севооборота. Однако в последующие годы смена культур на каждом поле происходит по схеме севооборота так, как это было показано в приведенном примере.

После завершения первой ротации севооборота наступает вторая, третья ротации и т.д. Каждая ротация севооборота на одном и том же поле будет начинаться с той же культуры, с которой началась предшествующая ротация. В приведенном примере вторая ротация севооборота начнется на полях в 2001 г. с тех культур, которые занимали эти поля в 1997 г.

Однако практика показывает, что при сохранении общей схемы чередования культур в последующих ротациях севооборота могут происходить изменения по составу возделываемых культур, их чередованию и т.д. Это может быть связано с изменениями структуры посевных площадей.

В связи с такой практикой часто в схемах севооборотов указывают только группы сельскохозяйственных культур — зерновые культуры (озимые или яровые), пропашные культуры, зернобобовые культуры, многолетние травы, однолетние травы, чистые пары, занятые пары.

При замене названия конкретных культур названиями групп, к которым они относятся, схема севооборота в нашем примере примет такой вид: 1 — однолетние травы, 2 — озимые зерновые, 3 — пропашные, 4 — яровые зерновые. Это та же схема севооборота, которая в общем виде отражает прежнее соотношение и чередование, но уже по группам культур. Она позволяет при необходимости вносить в нее изменения. Например, по этой схеме возможна и такая ротация: 1 — горох — ячмень на корм, 2 — озимая рожь, 3 — кукуруза на силос, 4 — овес. Произошла замена всех культур, но суть севооборота не изменилась — остались то же чередование по группам культур и их соотношение по занимаемой площади.

При необходимости в севооборот вводят сборные поля, когда на

«дном поле размещают две, три и более культур одной и той же группы. Например, на поле пропашных культур можно разместить картофель, кукурузу на силос и кормовые корнеплоды, на поле яровых зерновых — ячмень и овес, на поле озимых зерновых — озимую пшеницу и озимую рожь и т.д. Поле севооборота, разделенное на несколько частей, называют *сборным*.

Структура посевных площадей часто определяет необходимость не только ежегодной, но и периодической смены культур на полях. 1) В этом случае одну и ту же культуру можно возделывать на одном поле 2—3 года подряд и более с последующей ее сменой до завершения полной ротации севооборота. Такие культуры называют *повторными*.

Многолетние кормовые травы — бобовые, злаковые и их смеси — обычно занимают севооборотные поля в течение двух-трех и более лет. Но они не относятся к повторным посевам, так как их жизнедеятельность не прерывается, и каждый год их нахождения на поле существенно отличается от предшествующего по составу травостоя и его использованию.

В севооборотах многолетние травы чаще всего подсевают под июкров предшествующих культур — зерновых или однолетних трав. Их высевают одновременно с посевом ранних яровых культур зерно-травяной сеялкой.

Биологические особенности многолетних трав таковы, что они в первый год жизни растут и развиваются медленно, поэтому не дают сколько-нибудь значимого урожая. В это время они в основном формируют корневую систему, сохраняются под покровом основной культуры и после ее уборки вегетируют до поздней осени и уходят в зиму. Ранней весной следующего года после перезимовки начинается их вегетация. За лето они дают 2—3 хороших укоса высококачественной кормовой массы. Этот год является первым годом пользования многолетних трав, и после очередной их перезимовки — последующий год — вторым годом пользования, далее — третьим годом пользования и т.д.

На Кубани и в других южных районах, особенно на орошаемых и юлях, возможны беспокровные посевы люцерны и иных многолетних трав, которые успевают уже в год посева дать первый урожай юленой массы. В этом случае первый год их жизни будет первым годом пользования.

Первая культура, идущая в севообороте после многолетних трав, называется идущей *по пласту*, а вторая (последующая) — *по обороту пласта*.

Помимо основных культур, занимающих поле большую часть вегетационного периода, в севообороте могут возделывать промежуточные культуры. *Промежуточными культурами* называют сельскохозяйственные культуры, возделываемые на полях в промежуток времени, свободный от возделывания основных культур севооборота. Например, в условиях Кубани после уборки озимой пшени-

цы остаются 3—4 теплых месяца, в течение которых можно посеять и вырастить кукурузу на зеленый корм или силос, другие кормовые культуры. В данном случае это будет *пожнивная культура* — одна из разновидностей промежуточных культур.

Другой разновидностью промежуточных культур являются *озимые промежуточные культуры*, когда посевы озимых культур (ржи и др.) используют весной на корм, а затем после них высевают основные культуры севооборота — кукурузу, гречиху, картофель, просо и другие поздние яровые культуры.

Подсевными промежуточными культурами называют культуры, подсеянные под покров основной культуры и убранные осенью в год посева. Например, райграс однолетний подсевают весной под покров зерновых культур, после уборки которых он вегетирует и за пожнивный период дает урожай зеленой массы.

Поукосные промежуточные культуры высевают во второй половине лета после скашивания многолетних, однолетних трав и других кормовых культур. Убирают поукосные культуры на корм в конце осени в те же сроки, что и поживные и подсевные промежуточные культуры.

1.2. СЕВООБОРОТ КАК ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Технологические, организационно-хозяйственные, экологические и другие аспекты современного многоукладного земледелия являются сложным комплексом взаимосвязанных задач, над решением которых постоянно работают агрономы и руководители хозяйств. Найти решение можно лишь на основе системного подхода при хорошем знании биологии и технологии возделывания сельскохозяйственных культур, почвенно-климатических, организационных, экологических и других условий земледелия в конкретном хозяйстве.

Севооборот с его системой чередования и сменой культур на полях по определенной схеме по своей сути является образцом системного решения одной из основных задач современных систем земледелия — рационального использования пашни. В научно обоснованной схеме севооборота заложена возможность эффективного использования почвенного плодородия, биологического потенциала сельскохозяйственных культур, агроклиматических ресурсов — тепла и атмосферных осадков, удобрений, средств защиты растений, сельскохозяйственных машин, трудовых ресурсов с целью получения высокого урожая при одновременном сохранении и повышении плодородия почвы и охране окружающей среды.

Поэтому севооборот — центральное звено современных зональных агроландшафтных систем земледелия. На него, как на

стержень, нанизываются другие звенья этих систем земледелия — система обработки почвы и защиты ее от эрозии, система удобрения, система защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, система семеноводства и сортосмены, система орошения или осушения, система машин, система организации и оплаты труда и т.д.

В крупных хозяйствах основой их организационной структуры служит система основных, чаще всего полевых, севооборотов. За каждым подразделением (бригада, цех, отделение, подрядное звено и т.д.) закрепляют севооборот, и это подразделение, оснащенное необходимой техникой, другими средствами производства, обеспечивает выполнение всего комплекса работ по технологии возделывания сельскохозяйственных культур этого севооборота.

Особое значение севооборот приобретает при решении экологических проблем. Прежде всего он — основа правильно организованной системы почвозащитного и природоохранного землепользования в современных агроландшафтных системах земледелия.

По границам полей севооборота создают буферные полосы, высаживают полезащитные лесонасаждения, создают сеть полевых дорог, организуют систему задержания талых и ливневых вод, строят оросительные системы с каналами и водоемами. Тесно увязанная с лугами и пастбищами, лесными угодьями и с другими элементами агроландшафта такая система землепользования в сочетании с контурной обработкой почвы, щелеванием, кротованием, гребневанием и другими специальными приемами обеспечивает надежную защиту почвы от водной эрозии.

В степных районах с ветровой эрозией почвы полосное размещение посевов культур севооборота и чистых паров на полях поперек господствующих ветров в сочетании с кулисами и системой безотвально-плоскорезной обработки почвы — основа почвозащитной системы земледелия.

Таким образом севооборот или система севооборотов на пашне в современном агроландшафте является надежной защитой почвы от эрозии — основного источника загрязнения окружающей среды. С вымываемой и выдуваемой с полей почвой теряется огромное количество питательных веществ. Лишенная наиболее плодородного верхнего слоя почва становится бесплодной, покрывается сетью оврагов и непригодна к сельскохозяйственному использованию.

Защищая почву от эрозии, севооборот эффективно снижает химическое загрязнение окружающей среды, так как вместе с почвой и в составе стоковых вод с полей в реки, озера, пруды, в грунтовые воды попадают ядовитые остатки минеральных удобрений, пестицидов, регуляторов роста, других химических веществ, применяемых в сельском хозяйстве. И в этом заключается исключительно большое экологическое значение севооборота. ^

1.3. ОТНОШЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР К БЕССМЕННЫМ, ПОВТОРНЫМ ПОСЕВАМ И СЕВООБОРОТУ

Результаты длительных опытов в нашей стране показали, что основные полевые культуры по-разному отзываются на бессменные посевы и севооборот (табл. 17).

17. Влияние севооборота и удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур, т/га

Культура	Без удобрений			С удобрениями		
	Бессменный посев	Севооборот	Прибавка от севооборота, %	Бессменный посев	Севооборот	Прибавка от севооборота, %
Озимая пшеница	2,03	3,38	6,65	2,88	4,42	5,34
Яровая пшеница	1,26	1,89	5,00	1,87	2,51	3,42
Озимая рожь	1,11	1,92	7,30	2,23	3,07	3,77
Ячмень	1,31	1,98	5,11	2,26	2,97	3,14
Овес	0,92	1,42	5,43	1,43	1,86	3,00
Картофель	10,94	14,05	2,84	18,94	23,05	2,17
Кукуруза на силос	16,47	19,95	2,11	29,21	31,37	0,74
Сахарная свекла	6,99	16,99	14,30	18,18	30,18	6,60

Установлено, что наиболее чувствительны к бессменным посевам, особенно без удобрений, зерновые культуры. Прибавки урожайности от севооборота составляют от 50 до 73 %. При этом большей чувствительностью обладают озимые зерновые культуры.

Удобрения несколько нивелируют различия между бессменными посевами и севооборотом и снижают эту разницу до 30,0—34,2 % у яровых и до 34,2—53,4 % у озимых зерновых культур. Это открывает возможность повторных посевов зерновых культур на высоком фоне удобрений и после хороших предшественников в севообороте.

Менее чувствительны к бессменным посевам кукуруза, особенно при ее возделывании на силос, и картофель. Прибавки урожая этих культур от севооборота как без удобрений, так и на удобренном фоне в несколько раз меньше, чем у зерновых культур. При внесении высоких доз органических и минеральных удобрений и хорошем уходе эти культуры могут выдерживать достаточно длительные бессменные посевы.

Особое место по реакции на бессменное возделывание занимает сахарная свекла. На неудобренном фоне севооборот увеличивает ее урожайность в 2—2,5 раза, при удобрении прибавка от севооборота составляет 60—70 %.

К культурам, особенно чувствительным к бессменным посевам, относятся также лен-долгунец, зернобобовые, подсолнечник на семена. Эти культуры, как и сахарная свекла, уже при повторном посеве резко снижают урожайность, а длительное бессменное возделывание приводит их посевы к гибели.

В зависимости от биологических особенностей и технологии возделывания в совокупном воздействии на урожай роль севообо-

рота различна. Для зерновых культур прибавка урожайности от севооборота больше, чем от удобрений. Но для картофеля большая часть прибавки (около 60 %) приходится на удобрения и лишь 30 % — на севооборот. Для кукурузы на силос еще большее значение имеют удобрения — доля прибавки урожайности зеленой массы этой культуры от удобрений составляет 90 %, от севооборота — лишь 10 %.

На плодородных почвах и с использованием высоких доз органических и минеральных удобрений кукурузу на силос можно возделывать бессменно в течение 10—15 лет без заметного снижения урожайности. В ряде подмосковных хозяйств на пойменных плодородных, хорошо прогреваемых почвах получали высокие урожаи в течение 25—30 лет бессменного возделывания кукурузы на силос.

Орошение, удобрение и другие приемы позволяют возделывать повторно культуры, которые в обычных условиях резко снижают урожайность. Например, в лесостепной зоне повторные посевы сахарной свеклы недопустимы из-за большого снижения урожайности, но в условиях орошаемого земледелия Средней Азии такие посевы показывают высокую урожайность. В этом же регионе широко распространена практика бессменного возделывания хлопчатника, повторных посевов риса и других культур.

Исследования Всероссийского научно-исследовательского института овощного хозяйства (ВНИИОХ) показали, что основные овощные культуры также имеют различную реакцию на бессменные посевы и севообороты (табл. 18).

18. Влияние повторных и бессменных посевов на урожайность овощных культур, т/га

Продолжительность повторных посевов	Нечерноземная зона			Западная Сибирь			Юг
	Капуста	Столовая свекла	Морковь	Капуста	Столовая свекла	Морковь	Томат
1 год (севооборот)	75,4	37,6	64,4	63,5	20,5	45,0	46,2
1 года	59,9	31,3	64,5	44,9	17,0	40,8	46,3
1 года	46,1	29,1	63,8	38,0	11,7	35,5	36,5
4 года (бессменный посев)	41,9	27,6	—	28,5	—	—	—

Кроме того, снижение урожайности овощных культур происходит и при последовательном возделывании растений одного семейства — пасленовых: томата после перца, баклажана и наоборот; кайенских: капусты после редьки, репы после редиса и наоборот и т.д.

Таким образом, основные виды сельскохозяйственных культур имеют различную реакцию на бессменные посевы и севооборот. Она может изменяться в зависимости от почвенно-климатических, агротехнических и других условий.

Однако при прочих равных условиях все культуры по этому признаку можно разделить на три группы.

Первая группа — культуры, которые не выдерживают повторных и тем более бессменных посевов. К ним относятся сахарная свекла,

подсолнечник, лен, горох, вика, бобы, клевер, некоторые овощные культуры: томат, перец, баклажан, капуста, огурец и др.

Вторая группа — культуры, которые можно возделывать повторно без заметного снижения урожайности. К ним относятся пшеница озимая и яровая, рожь озимая, ячмень, овес, просо, гречиха, картофель, морковь, зеленные овощи и некоторые другие.

Третья группа — культуры, которые слабо реагируют на севооборот и могут возделываться бессменно. К ним относятся кукуруза, конопля, рис, табак, хлопчатник.

Такое деление культур на группы достаточно условно, однако это не мешает пользоваться им при разработке севооборотов, если учитывать еще принципы совместимости и несовместимости сельскохозяйственных культур, принцип периодичности возврата культур на одно и то же поле.

Несовместимы повторные посевы культур, относящихся к первой группе, и повторные посевы овощных культур одного семейства. Кроме того, для этой группы культур установлена периодичность возврата их на одно и то же поле: для сахарной свеклы — не ранее чем через 3—4 года, для льна-долгунца — не ранее 5—6 лет, для подсолнечника на семена — не ранее 8 лет, для зернобобовых культур, клевера и большинства овощных культур — не менее 3—4 лет.

Вторую группу культур считают условно совместимой. Например, повторные посевы озимой пшеницы в условиях Нечерноземной зоны нежелательны, но они возможны в степных районах Юго-Востока и Северного Кавказа. То же самое относится и к яровой пшенице, повторные посевы которой в европейской части России исключены, но в степных районах Заволжья, Зауралья, Западной Сибири, Алтая после чистых паров они широко распространены.

Самосовместимы и совместимы с другими культурами сельскохозяйственные растения третьей группы. Для них практически нет ограничений в периоде возврата на одно и то же поле. Кукурузу и коноплю можно бессменно возделывать на одном и том же месте 4—6 и более лет подряд, но эффективна их периодическая смена зернобобовыми, зерновыми и другими культурами.

Рис, хлопчатник, табак как специальные культуры также могут длительное время возделываться бессменно, но на их урожайность благоприятно влияет периодическое прерывание бессменной культуры люцерной, кукурузой, зернобобовыми, сахарной свеклой, зерновыми и др.

Понятия о совместимости и самосовместимости, о периодичности возврата сельскохозяйственных культур также относительно условны. Например, несовместимость повторных посевов льна-долгунца устраняют посевом фузариозоустойчивых его сортов, капусты — килоустойчивым сортом этой культуры.

Применение нематодов — специальных препаратов для борьбы со свекловичной нематодой — способствует решению проблемы

повторных посевов сахарной свеклы. Заразихоустойчивые сорта подсолнечника, выведенные отечественными селекционерами, позволяют не только сократить период его возврата на одно и то же поле, но и возделывать повторно.

В современных жестких условиях рыночной экономики быстрое изменение структуры посевных площадей должно происходить не только за счет гибкости севооборота, но и возможности повторных и бессменных посевов. Из многих составляющих основой получения высококачественного урожая является научное чередование культур в сочетании с повторным и бессменным их возделыванием. Такая продукция пользуется особым и устойчивым спросом на рынке сбыта. Для фермеров, агрономов, руководителей хозяйств, других специалистов современного многоукладного сельскохозяйственного производства это возможно лишь при глубоком знании современной теории и практики севооборота.

1.4. ПРИЧИНЫ ЧЕРЕДОВАНИЯ КУЛЬТУР

С того времени как Д. Н. Прянишников сформулировал четыре группы взаимосвязанных причин чередования культур на полях, в агрономической науке и практическом земледелии произошли значительные изменения. Расширились познания в области физиологии и питания сельскохозяйственных растений, раскрыты многие механизмы взаимодействия в системе почва — растение — окружающая среда. Детальное освещение получили вопросы баланса воды, гумуса, азота, зольных элементов в земледелии, изучены многие аспекты теории и практики севооборота в разных зонах страны в условиях интенсификации и специализации сельскохозяйственного производства.

Однако принципиальные положения о причинах чередования культур по-прежнему актуальны и лежат в основе современных научных представлений о севообороте.

1.4.1. ПРИЧИНЫ ХИМИЧЕСКОГО ПОРЯДКА

Причины химического порядка чередования культур связаны прежде всего с различиями в химическом составе почвы на полях после уборки различных культур. Это объясняется тем, что для формирования урожая культуры потребляют из почвы различное количество азота, фосфора, калия, кальция, других зольных элементов и в разном их соотношении.

Например, сахарная свекла, капуста, кукуруза на силос, хлопчатник потребляют из почвы значительно больше азота, чем зерновые культуры. Бессменные посевы культур, расходующих азот в больших количествах, могут быстро привести к азотному истощению почвы. В то же время бобовые культуры оставляют в почве значительные запасы азота. Это — горох, вика, клевер, люцерна, люпин,

сераделла, эспарцет, чина, нут, вигна, маш и другие бобовые культуры, которые с помощью клубеньковых микроорганизмов усваивают атмосферный азот. На каждом гектаре почвы, занятой бобовыми растениями, ежегодно связывается от 100 до 250 кг и более азота атмосферы. Это равноценно внесению в почву от 300 до 700 кг дорогостоящего минерального удобрения — аммиачной селитры.

Но при повторных и бессменных посевах азот бобовых культур не используется растениями, вымывается из почвы, загрязняет грунтовые воды нитратами и другими вредными веществами.

Кроме того, бессменное возделывание бобовых вызывает различные виды почвоутомления, и их урожайность резко снижается.

Поэтому при чередовании бобовых культур с зерновыми, пропашными и другими азотопотребляющими культурами устраняются отрицательные последствия их бессменного возделывания, обеспечивается рациональное использование азотного фонда и повышение урожайности всех культур севооборота.

Такое чередование предотвращает загрязнение окружающей среды вредными соединениями азота и поэтому имеет большое экологическое значение.

Помимо азота имеются существенные различия в потреблении и выносе культурами из почвы многих зольных элементов. Важнейший из них — фосфор — значительно больше, чем другие культуры, потребляют из почвы картофель, бобовые, а также озимые зерновые культуры (пшеница и рожь).

Кроме того, культуры различаются по степени усвоения труднорастворимых фосфатов почвы и фосфорных удобрений. Так, корни люпина, гречихи, овса, картофеля, сахарной свеклы, горчицы способны с помощью корневых выделений растворять и переводить в доступные для растений формы труднорастворимые фосфаты почвы и фосфоритной муки.

Калий в больших количествах потребляется из почвы картофелем, сахарной свеклой, кормовыми корнеплодами, овощами, хлопчатником. Повышенным потреблением кальция, серы, магния, других зольных элементов отличаются кукуруза, картофель, сахарная свекла и другие пропашные и бобовые культуры.

Несмотря на то что ни одна сельскохозяйственная культура при уборке урожая с поля неспособна увеличить запасы зольных элементов в почве, при чередовании достигается более рациональное их использование. Этому способствует также чередование на полях культур с различной глубиной проникновения корней. Люцерна, клевер, люпин, бахчевые культуры имеют глубокопроникающую корневую систему — до 3 м и более. У льна, гречихи, проса, однолетних трав, рапса, огурца, лука мелкозалегающая корневая система.

Глубокопроникающие корни сельскохозяйственных культур вместе с почвенной влагой потребляют из подпахотных слоев почвы значительные количества питательных веществ. В виде корневых и

послеуборочных растительных остатков они накапливаются в пахотном слое почвы и после минерализации могут использоваться последующей культурой с мелкозалегающей корневой системой.

Растительные остатки и гумус являются особой статьей баланса питательных веществ в почве, где постоянно идут два противоположных процесса — синтез и распад гумуса.

Эти процессы носят сложный характер. От них зависит и конечный результат — повышение или снижение содержания гумуса в почве, что влияет не только на химические, но и на физические и биологические показатели плодородия почвы. Содержание гумуса в почве зависит от количества и химического состава органического вещества, остающегося после уборки в почве и на ее поверхности, количества и качества внесенных органических удобрений, погодных условий, агротехники, состава и чередования культур, гранулометрического состава, плотности, структуры, биологической активности почвы и т.д.

По количеству органического вещества, оставляемого в почве, растения полевой культуры располагают в следующей убывающей последовательности: для Нечерноземной зоны — многолетние травы — кукуруза на силос — озимые зерновые — яровые зерновые — зернобобовые культуры — картофель; для лесостепной зоны (ЦЧБ) — многолетние травы — озимая пшеница — кукуруза на зерно и на силос — яровые зерновые — подсолнечник — зернобобовые культуры — сахарная свекла.

С помощью изменения структуры посевных площадей можно регулировать поступление растительных остатков в почву и степень их гумификации и минерализации. С увеличением удельного веса многолетних трав происходит накопление органического вещества и замедляются процессы его разложения с одновременным снижением содержания в почве доступных для растений питательных элементов.

Увеличение в структуре посевных площадей доли пропашных культур и чистого пара при недостаточном внесении органических удобрений приводит к значительному уменьшению запасов гумуса в почве, особенно в районах достаточного увлажнения или на орошаемых землях южных Регионов с продолжительным теплым периодом.

Поступление растительных остатков в почву можно увеличить за счет посевов промежуточных культур. В южных районах при орошении эти культуры за ротацию севооборота оставляют до 10 т/га растительных остатков, в центральной и юго-западной части Нечерноземной зоны — от 3 до 5 т/га.

С растительными остатками в почве в зависимости от культуры остается 21,5–51,5 % азота, 18,5–51,7 фосфора, 1,7–48,1 калия и 1,0–10,0 % кальция от их общего количества в урожае. Поэтому они служат важным источником не только азота, но и зольных элементов питания.

С причинами химического порядка чередования культур связан и характер использования получаемого урожая. Технические культуры — сахарная свекла, лен, конопля, хлопчатник — дают товарную продукцию, с которой отчуждается почти все количество питательных веществ, потребленных ими из почвы на формирование урожая. В то же время при возделывании кормовых культур для внутрихозяйственного использования почти все питательные вещества возвращаются в почву в виде навоза, корневых и поукосных остатков.

При возделывании зерновых культур часть потребленных ими из почвы питательных веществ возвращается с соломой, а также с навозом, если зерно частично используют как фуражный корм. Эти особенности круговорота питательных веществ учитывают при расчете их баланса в севообороте.

1.4.2. ПРИЧИНЫ ФИЗИЧЕСКОГО ПОРЯДКА

Эти причины определяются прежде всего различным влиянием сельскохозяйственных культур на строение, структуру, плотность, водный режим почвы и ее устойчивость к водной или ветровой эрозии. Они связаны с различиями в биологии и морфологии, в технологии возделываемых культур и прежде всего с массой и распространением корней в почве, с условиями их разложения, с обработкой почвы.

В то же время большинство полевых и кормовых культур своим зеленым покровом защищает почву от эрозии, а их корневые и послеуборочные остатки улучшают ее структуру.

Наиболее благоприятное влияние на физическое состояние почвы оказывают и защищают ее от эрозии культуры сплошного посева с хорошо развитой наземной и корневой системами. К ним прежде всего относятся посевы многолетних трав — бобовых и злаковых и их смесей. У этих культур масса корневых и поукосных остатков примерно равна массе убираемого урожая. Большое количество растительных остатков многолетних трав эффективно улучшает структуру почвы.

Корневая система многолетних трав, проникая на большую глубину, своими многочисленными корешками пронизывает почву и разделяет ее на отдельные комочки. При отмирании корешков эти комочки пропитываются перегноем; в результате формируется водопропускная структура почвы.

С глубиной проникновения и массой корней многолетних трав связано и их влияние на подпахотные слои почвы. На дерново-подзолистых почвах клевер своей глубокопроникающей корневой системой обогащает нижележащие слои перегноем и способствует созданию более глубокого окультуренного слоя почвы. На засоленных почвах аналогично действие люцерны, разрыхляющей своими корнями плотный подпахотный слой почвы, что создает благоприятные условия для последующего возделывания зерновых культур.

Среди зерновых культур наиболее благоприятное влияние на физические свойства почвы оказывают озимые. По сравнению с яровыми зерновыми культурами они имеют более продолжительный период вегетации и лучше развитую корневую систему. В осенний и весенний периоды они своей корневой системой скрепляют почву и сплошным зеленым покровом предохраняют ее от разрушения атмосферными осадками и талыми водами.

Пропашные культуры из-за небольшого количества растительных остатков, широкоярдных посевов и интенсивных обработок почвы как до посева, так и во время вегетации в большинстве случаев способствуют разрушению почвенной структуры и не могут надежно защитить почву от эрозии, особенно если они возделываются повторно или бессменно. Еще больше структура почвы разрушается в чистых парах.

Однако отрицательное влияние пропашных культур и чистого пара на структуру почвы можно в значительной мере смягчить внесением удобрений, особенно органических. В длительном опыте МСХА им. К. А. Тимирязева установлено различное влияние сельскохозяйственных культур и чистого пара на структуру почвы на разных фонах удобрения (табл. 19).

19. Масса структурных агрегатов диаметром более 0,25 мм в пахотном слое почвы под бессменными культурами и чистым паром, % (по Доспехову)

Культура	Без удобрения	РК	Навоз
Клевер	37	44	55
Рожь озимая	28	31	38
Овес	27	29	36
Картофель	21	23	35
Пар чистый	4	5	10

Помимо различного влияния на структуру и другие физические свойства почвы культурные растения различаются и по влиянию на запасы почвенной влаги. Потребность растений в воде неодинакова, о чем можно судить по транспирационному коэффициенту. Если для растений кукурузы и проса он составляет 200, то для пшеницы и ячменя — 400 и более, для клевера — 500—600, для люцерны — 700—800.

Многолетние травы в больших количествах одновременно используют запасы влаги пахотного и подпахотных слоев. В результате у последующих культур из-за недостатка влаги может снизиться урожайность. Значительному иссушению почвы способствуют посевы сахарной свеклы, подсолнечника и некоторых других культур.

Для обеспечения растений влагой в севообороте большое значение имеет продолжительность периода от уборки предшественника до посева последующей культуры. Чем он продолжительнее, тем больше накапливается в почве влаги за счет летних атмосферных осадков или сохранения талых вод. Это особенно важно в условиях засушливых районов нашей страны.

Для создания устойчивого земледелия и получения гарантированных урожаев озимой или яровой пшеницы в засушливых районах степной зоны широко используют чистые пары. Их главная задача в этих условиях — накопление, сохранение и рациональное потребление влаги атмосферных осадков.

В севообороте влага атмосферных осадков используется лучше, если культуры с глубокопроникающей корневой системой чередуют с культурами мелкокорневыми или с чистыми парами.

1.4.3. ПРИЧИНЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОРЯДКА

Причины биологического порядка определяются различным отношением культурных растений к вредителям, болезням и сорным растениям. Они связаны с тем, что каждому культурному растению на полях сопутствуют свои, часто присущие только этому растению болезни, вредители и сорные растения. При бессменном возделывании культуры «специализирующиеся» на ней паразиты с каждым годом могут размножаться на посевах растения-хозяина в геометрической прогрессии и очень быстро довести их до гибели.

Д. Н. Прянишников приводил многочисленные примеры с попытками бессменного возделывания хлопчатника, сахарной свеклы, подсолнечника, льна, клевера, зерновых и других культур на постоянных плантациях как в нашей стране, так и за рубежом. Все они заканчивались неудачей, и, как показали исследования, прежде всего из-за поражения растений различными паразитами: хлопчатника — вредителем мексиканским долгоносиком и болезнью вилтом; сахарной свеклы — вредителями нематодой и свекловичным долгоносиком; подсолнечника — сорняком заразой и болезнями белой и серой гнили и др.; льна — болезнью фузариозом, вредителем льняной плодовой мушки при крайне низкой конкурентной способности к большинству сорняков; клевера — вредителем клеверным долгоносиком и болезнями антракнозом, раком, фузариозом; зерновых культур — болезнями корневых гнилей, вредителями шведской мухой, клопом-черепашкой при массовом засорении озимых культур метлой, костром, васильком, ромашкой; яровых культур — овсюгом, куриным просом и т.д.

Из-за высокой приспособляемости этих паразитных организмов к условиям жизни их культурных хозяев с большинством из них при бессменных посевах даже при наличии самых современных средств защиты растений бороться очень сложно.

С развитием науки и техники удалось найти достаточно эффективные способы химической и биологической защиты культурных растений практически от всех вредителей и сорных растений. Но до настоящего времени многие сельскохозяйственные культуры остаются беззащитными при массовом размножении специализированных болезней в случае их бессменных посевов или при нарушении правильного чередования в севообороте.

Почва и растительные остатки в ней служат носителями инфекции многих болезней сельскохозяйственных культур.

Болезни, которые переносятся с семенным материалом, можно легко предупредить химическим протравливанием семян. Но невозможно протравить сотни тысяч, миллионы гектаров пашни с растительными остатками, зараженными возбудителями болезней растений.

Большинство возбудителей болезней имеет узкоспециализированную направленность поражения растений. Например, возбудители корневых гнилей пшеницы и ячменя безопасны для посевов овса. С этой позиции овес признан «санитарной» культурой севооборота. Озимая рожь может быть сильно поражена спорыньей, но эта болезнь не причиняет вреда другим зерновым культурам. Кила капусты может поражать только растения из семейства капустных, но неопасна для растений из пасленовых, зонтичных и других семейств.

Установлено, что основная масса грибов — возбудителей болезней растений — поселяется на растительных остатках своего хозяина, с уничтожением которых грибы обычно погибают. Поэтому освобождение почвы от той или иной группы патогенных грибов прямо связано со скоростью разложения растительных остатков.

Известно, что скорость разложения растительных остатков в почве различна и зависит от их химического состава, соотношения углерода и азота, наличия в почвенно-поглощительном комплексе оксидов азота, доступных для почвенной сапрофитной микрофлоры.

Сапрофитные микроорганизмы являются не только основными разрушителями растительных остатков, но и серьезными конкурентами. Для патогенных почвенных грибов в борьбе за пищу, влагу и другие условия жизни.

Поэтому все приемы повышения активности почвенных сапрофитов — внесение в почву свежего навоза, зеленого удобрения, азотных удобрений, возделывание бобовых культур, рыхление почвы, другие мероприятия, направленные на создание оптимального водно-воздушного, теплового режимов почвы, — увеличивают интенсивность минерализации растительных остатков. В результате ускоряется и процесс очистки почвы от патогенных грибов.

С этой точки зрения эффективны возделывание пропашных культур и система обработки почвы в парах различных видов.

Наибольшей эффективности в борьбе с почвенными патогенами достигают на фоне правильного чередования сельскохозяйственных культур в севообороте без повторных посевов.

Лен-долгунец — одна из наиболее чувствительных к грибным болезням культур, и прежде всего к фузариозу. По данным ВНИИ льна, возбудители этой болезни могут сохраняться в почве в течение 5–6 лет. Этим и обусловлена такая же периодичность возвращения льна на одно и то же поле. При использовании фузариозоустойчивых сортов льна периодичность возврата сокращается. Периодич-

ность возврата сахарной свеклы также связана с продолжительностью сохранения в почве возбудителей корнееда, церкоспороза и других болезней.

Распространение в почве возбудителей болезней парши, вертициллеза служит основным препятствием повторных посевов картофеля. Установлено, что в севообороте картофель поражается паршой в 4—5 раз меньше, чем при бессменном посеве.

По данным ВНИИ масличных культур, при поражении подсолнечника склеротинией, мучнистой росой, сухой гнилью его урожайность снижается на 30—40 %, если нарушается севооборот и не выдерживается необходимая пауза в возврате его посевов на одно и то же поле.

Среди овощных культур наиболее распространена кила капусты, которая развивается при повторных посевах. Ущерб от этого заболевания очень высок. Однако селекционеры вывели килоустойчивые сорта капусты, и при их использовании повторные посевы возможны. Но наиболее надежным в борьбе с килой капусты является ее чередование с растениями иных семейств — пасленовых, бобовых, зонтичных и др.

Всестороннее изучение почвоутомления показало, что его причины носят комплексный характер. При бессменных посевах клевера, льна, люцерны, капусты и других культур причиной почвоутомления является не только накопление в почве корневых выделений, но и возбудителей фузариоза, корнееда, а также нематод — свекловичных, овсяных, ржаных, картофельных и т.д.

При бессменных или повторных посевах значительную опасность представляют сорные растения. Среди них, особенно среди малолетних сорняков, немало таких, которые очень хорошо приспособились к условиям произрастания многих сельскохозяйственных культур. И даже по классификации малолетних сорных растений названия их биологических групп совпадают с названиями групп культурных растений (ранние и поздние яровые, озимые и др.).

При бессменных посевах озимых культур в их стеблестое увеличивается число озимых и зимующих сорняков, в посевах поздних яровых культур — преимущественно поздних яровых сорняков, в посевах ранних яровых культур — ранних яровых сорняков. На полях многолетних трав наиболее распространены многолетние, двулетние, озимые и зимующие сорные растения.

Однако формирующееся на полях сообщество культурных и сорных растений — агрофитоценоз — постоянно зависит как от применяемых агротехнических приемов, погодных, почвенных условий, так и от биологических особенностей обеих конкурирующих групп растений.

Культурные растения отличаются разной способностью противостоять сорнякам в борьбе за свет, влагу, пищу и другие факторы жизни.

Высокой конкурентоспособностью отличаются посевы летних трав, озимой пшеницы, озимой ржи. Не выдерживая конкуренции с сорняками посевы льна, яровой пшеницы, сахарной свеклы.

Промежуточное положение занимают посевы ячменя, кукурузы и некоторых других культур.

После междурядных обработок пропашных культур и их носителей чистые от сорняков поля. Это делает их бессменные посевы менее зависимыми от сорняков, чем культур сплошного посева, даже таких, как озимая пшеница.

По данным С. А. Воробьева, при бессменном посеве в условиях Подмосковья озимая пшеница засорялась в 4—5 раз больше, чем после обычных ее предшественников (табл. 20).

20. Засоренность посевов озимой пшеницы в зависимости от севооборота и удобрений

Предшественник	Без удобрений		С удобрениями	
	Число сорняков на 1 м ²	Сырая масса сорняков г/м ²	Число сорняков на 1 м ²	Сырая масса сорняков г/м ²
Картофель ранний	65	19,5	133	39,7
Клевер	79	21,1	95	66,7
Кукуруза на зеленый корм	64	18,5	63	43,3
Горох	65	20,8	111	72,3
Бессменный посев (3—4 года)	248	87,2	327	278,3

Специализированные сорняки особенно часто появляются при повторных и бессменных посевах, а севооборот служит для многих из них серьезным препятствием их распространения в посевах других культур. Смена озимых культур яровыми устраняет распространение озимых и двулетних сорных растений. И наоборот, в посевах озимых культур, а также многолетних трав подавляются растения ранних и поздних яровых сорняков.

При этом большое значение имеет технология обработки почвы и ухода за сельскохозяйственными культурами. В борьбе с сорняками эффективна система обработки в чистых и занятых парах, в полях пропашных культур. При повышении удельного веса зерновых и других культур сплошного посева засоренность полей севооборота увеличивается, тогда как при увеличении площадей посева пропашных культур и чистого или занятого пара снижается. В соответствии с этим и разрабатывают комплекс мероприятий по эффективной борьбе с сорняками в конкретном севообороте.

В современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур для уничтожения вредителей растений широко используют различные химические препараты, однако чередование культур для борьбы с ними также не утратило своего значения.

Помимо того что не все вредители могут быть эффективно уничтожены пестицидами (например, свекловичная, овсяная и другие нематоды), севооборот является действенным профилактическим

КЗИТЬ
У ^ В -
°

ноздством против массового появления вредителей на посевах той-ш иной культуры.

Чередование сельскохозяйственных культур препятствует распространению многих специализированных вредителей растений. Например, чередование злаковых с культурами других семейств значительно уменьшает поражение их посевов жулией и стеблевой совкой.

Исключительно велика роль севооборота в борьбе с нематодами. По данным Башкирского государственного аграрного университета, при бессменном возделывании озимой ржи площадь посевов, пораженных нематодой, увеличилась до 66 %, яровой пшеницы — до 91,3 %. На сильно пораженных нематодой полях при повторном посеве сахарной свеклы ее урожайность снизилась на 60—70 %. Значительное снижение урожайности при повторном возделывании картофеля или частом его возвращении на прежнее место вызывает картофельная нематода.

Но не только бессменные или повторные посевы могут быть причиной массового поражения культурных растений вредителями. Например, посевы зерновых, кукурузы, картофеля после многолетних трав сильно повреждаются проволочником (личинкой жука — шелко). Поданным С. А. Воробьева, в подмосковном учхозе МСХА им. Тимирязева «Михайловское» на полях, занятых озимой пшеницей, идущей после кукурузы на силос, насчитывалось 13 личинок проволочника на 1 м², а после клевера 2-го года пользования — 88 личинок.

1.4.4. ПРИЧИНЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОРЯДКА

К причинам экономического порядка относится возможность в севообороте разгрузить пики в полевых работах и в использовании рабочей силы и техники. При наличии ранних и поздних яровых культур, имеющих разные сроки посева и уборки, нагрузки на людей и технику в один и тот же период в 2 раза ниже, чем на полях, занятых только ранними или только поздними яровыми культурами. Если к ним добавить еще озимые культуры, то напряженность полевых работ будет еще меньше.

При этом уменьшается риск, связанный с несоблюдением оптимальных сроков выполнения полевых работ и создаются предпосылки для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Севооборот с определенным соотношением зерновых, кормовых и технических культур обеспечивает хороший баланс навозообразующих (кормовые культуры) и навозопотребляющих (пропашные, зерновые) растений.

В условиях, когда биологические факторы чередования культур выступают как наиболее важная и часто ограничивающая урожайность группа причин, возникают новые аспекты экономической оценки севооборота. С помощью севооборота, в сочетании с удоб-

рениями, обработкой почвы, устойчивыми сортами можно снизить численность сорняков, вредителей, возбудителей болезней до уровня их безвредности (порог вредоносности) и отказаться от применения большого количества пестицидов, что снизит себестоимость производимой растениеводческой продукции.

В условиях рыночной экономики и острой конкуренции это весомый экономический аргумент в пользу преимуществ севооборота.

Наряду с защитой почвы от эрозии севооборот помогает решать экологические проблемы, связанные с использованием пестицидов. Замена химического способа борьбы севооборотом с агротехническими, биологическими и другими мерами борьбы с вредителями, болезнями и сорняками позволяет избавиться от перенасыщения земледелия пестицидами, остаточные количества которых представляют большую угрозу для окружающей среды.

Этот фактор учитывается в законе «Об охране окружающей среды» и включается во все планы и мероприятия по снижению экологической угрозы, связанной с сельскохозяйственным производством. Севооборот служит организующим началом экологически чистого землепользования как внутри хозяйства, так и за его пределами в границах единых агроландшафтов.

Глава 2

РАЗМЕЩЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ПАРОВ В СЕВОБОРОТАХ

Сельскохозяйственные культуры и технология их возделывания оказывают большое и разнообразное влияние на физические, химические и биологические показатели плодородия почвы, рост, развитие и урожайность последующих культур.

Несмотря на большое разнообразие и существенные различия по биологии и технологии возделывания, все культуры объединены в отдельные группы как по этим признакам, так и по влиянию их на почву и урожайность последующих культур.

Такая группировка важна с точки зрения оценки всех культур как предшественников и как культур, требующих определенных предшественников в севообороте. Без оценки предшественников и знания требований к ним невозможно построение правильного, научно обоснованного чередования культур.

Исходя из этого, современная группировка культур и паров выглядит так: чистые пары, занятые пары, многолетние травы, зернобобовые культуры, пропашные культуры, технические некропашные культуры, зерновые культуры, промежуточные культуры. Расположение культур и паров дают в порядке убывания их ценности как предшественников, но это весьма условно, так как оценка предшественников изменяется в зависимости от количества вносимых

удобрений, системы обработки почвы, почвенно-климатических и других условий.

Однако при прочих равных условиях в основе оценки сельскохозяйственных культур как предшественников лежат следующие критерии:

влияние культуры на физические, химические и биологические показатели плодородия, на водный режим почвы;

влияние предшественника на рост, развитие растений и урожайность последующих культур севооборота, на качество урожая;

почвозащитная и экологическая роль предшественника;

влияние предшественника на фитосанитарный потенциал севооборота;

влияние предшественника на общую продуктивность севооборота.

Поскольку воздействие культур на почву и на последующие культуры носит комплексный и разносторонний характер, то наиболее общим показателем их оценки как предшественников являются урожай последующих культур и продуктивность севооборота.

Среди предшественников особое место занимают различные виды паров. В зависимости от почвенно-климатических условий, способов использования, систем обработки почвы и удобрений пары имеют следующую классификацию.

Все пары делят на два типа — чистые и занятые. Каждый тип подразделяют на виды — чистые пары на черный и ранний пар, занятые пары на пары сплошного посева, пропашные и сидеральные (рис. 14).

Черный и ранний пары могут быть кулисными парами.

Как отмечалось, *чистым паром* называют поле, свободное в течение вегетационного периода от возделывания культур.

В таком поле в течение всего теплого времени года с помощью механической обработки почву поддерживают в рыхлом состоянии, ведут борьбу с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур, проводят мелиоративные мероприятия. В год па-

рования поле не дает сельскохозяйственной продукции, его готовят под возделывание последующих культур севооборота.

Черным паром называют чистый пар, в котором основную обработку почвы (на всю глубину пахотного слоя) проводят осенью после уборки предшественника накануне парования поля.

Ранним паром называют чистый пар, в котором основную обработку почвы проводят весной, в год парования поля. В степных засушливых районах с сильными ветрами чистые, обычно ранние, пары могут быть кулисными.

Кулисным называют чистый пар, в котором высевают ряды высокостебельных растений (кулисы): кукурузу, подсолнечник и другие с размещением их поперек господствующих ветров.

Расстояние между кулисами равно 3—5-кратной ширине захвата зерновых сеялок. Кулисы служат для задержания снега на полях и борьбы с ветровой эрозией почвы.

Поздним, или крестьянским, паром при трехпольной системе земледелия в России называли поле чистого пара, которое использовали в весенне-летний период под выгон для скота. В маломощных крестьянских хозяйствах не хватало сил и средств для одновременного проведения весенне-летних полевых работ и обработки чистого пара. Поэтому к обработке этого поля приступали поздно — во второй половине лета, непосредственно перед посевом озимых культур.

По этой причине эффективность позднего пара значительно ниже обычных черных или ранних паров, и в современном земледелии его применяют редко.

Занятым паром называют паровое поле, засеянное с весны культурами, рано освобождающими поле. После уборки парозанимающей культуры проводят обработку почвы по типу паровой и поле готовят под посев озимых, иногда яровых культур.

Занятые пары сплошного посева занимают викоовсяной, горохо-ячменной и другими смесями однолетних культур. Их называют однолетними травами и убирают на корм в фазе бутонизации — начала цветения бобового компонента.

Занятые пропашные пары занимают скороспелыми пропашными культурами — ранним картофелем, а в южных районах — кукурузой на зеленый корм и др.

Сидеральный пар — разновидность занятого пара, засеваемого бобовыми и другими культурами для заделки их в почву на зеленое удобрение.

В степных районах европейской части России после уборки зерновых, зернобобовых и некоторых других рано убираемых культур остается два-три месяца теплого времени, в течение которого проводят многократную обработку почвы по аналогии с той, которую применяют в паровых полях. Такое поле называют *полупаром*, а систему обработки почвы в нем — *полупаровой*. Если культуры имеют поздний срок уборки и после них нет такого периода парования, их называют непаровыми предшественниками.

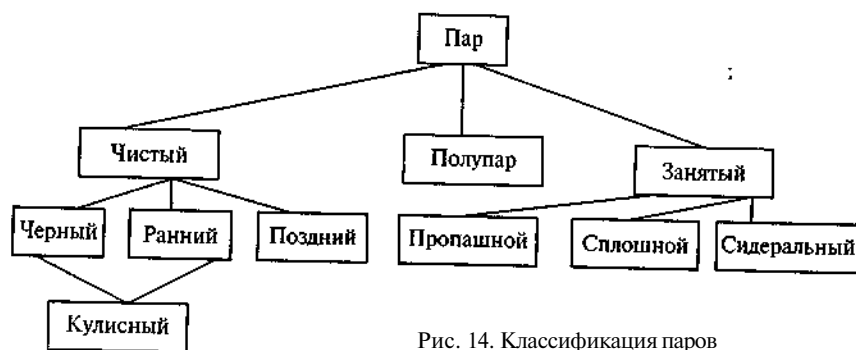


Рис. 14. Классификация паров

2.1. ЧИСТЫЕ ПАРЫ

Чистые пары выполняют очень важные агротехнические функции: накопление, сохранение и рациональное использование почвенной влаги; мобилизация питательных веществ в почве; борьба с сорными растениями, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур.

При глубокой обработке почвы в пару рыхлят весь пахотный слой, способный поглотить и задержать в своих порах большое количество осадков и талых вод.

Система поверхностных обработок почвы с помощью паровых культиваторов поддерживает верхний слой в рыхлом состоянии для активизации почвенной микрофлоры и способствует накоплению в почве питательных веществ в доступной для растений форме.

Кроме того, многократные культивации разрушают корку на поверхности почвы, образующуюся после дождя. Рыхлый верхний слой надежно защищает почву от потерь влаги из нижележащих слоев.

И, наконец, с помощью паровых культивации многократным подрезанием уничтожают побеги наиболее злостных сорняков — корнеотпрысковых и стержнекорневых, провоцируют прорастание и при каждой последующей обработке погибают все новые и новые партии семян в почве и вегетативные органы других групп сорняков.

В паровом поле имеется возможность для хорошей заправки почвы органическими и минеральными удобрениями, проведения известкования и гипсования и других мелиоративных мероприятий.

Комплекс агротехнических приемов в чистом пару может быть эффективно дополнен химическими, биологическими и другими методами борьбы с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений.

Такая многогранная и эффективная роль чистых паров в улучшении всего комплекса условий жизни растений делает их исключительно ценными предшественниками практически для всех культур. Но их используют как предшественники в первую очередь под основные продовольственные культуры — озимую пшеницу, яровую пшеницу и озимую рожь.

В использовании чистых паров имеется определенная географическая закономерность, связанная с климатическими условиями и распространением того или иного типа водного режима. По мере продвижения с запада на восток и юго-восток, со сменой промывного режима на непромывной, и по мере усиления континентальности климата в структуре посевных площадей доля чистых паров возрастает до 10—20 % и более. Это сопряжено с тем, что с продвижением на восток решающим фактором жизни растений, определяющим уровень урожайности, становится вода.

Чистые пары как предшественники в засушливых районах степ-

ной зоны Юго-Востока, Поволжья, Северного Кавказа, Южного Урала, Зауралья, Западной Сибири, Алтая и других районов обеспечивают накопление в верхнем метровом слое значительных запасов продуктивной влаги и устойчивое повышение урожайности пшеницы.

В метровом слое почвы после чистого пара в степной зоне накапливается влаги в 1,5—2,5 раза больше, чем по непаровым предшественникам. В лесостепной зоне эта разница снижается до 1,3—1,4 раза, а в районах достаточного увлажнения Нечерноземной зоны ее практически нет. Например, в условиях Нижегородской области после чистого пара под посевами озимой пшеницы запасы влаги в почве были такими же, как и после занятых паров (выкоовсяного и люпинового). Заметных различий в урожае зерна пшеницы по этим парам не отмечено (3,83 и 4,1 т/га).

В условиях сухой степной зоны Омской области (Западная Сибирь) запасы продуктивной влаги в метровом слое перед посевом яровой пшеницы после чистого пара составили 143 мм и был получен урожай зерна 2,11 т/га, тогда как при бессменном посеве этой культуры запасы влаги в том же слое почвы составили лишь 76 мм, а урожай зерна — 1,1 т/га.

Отмечено положительное влияние чистого пара на водный режим не только первой, но и последующей культуры севооборота. По этой причине в севооборотах степной зоны получило распространение чередование чистого пара с повторными посевами пшеницы — в восточных районах страны: 7 — чистый пар, 2 — яровая пшеница, 3 — яровая пшеница; в европейской части: 1 — чистый пар, 2 — озимая пшеница, 3 — озимая пшеница или в переходной зоне Поволжья: 1 — чистый пар, 2 — озимая пшеница, 3 — яровая пшеница.

В степной зоне неустойчивого увлажнения Северного Кавказа (Ставропольский, Краснодарский края, Ростовская область) особое значение для получения высоких и устойчивых урожаев озимой пшеницы имеет наличие влаги в верхнем слое почвы перед посевом этой культуры. Чистый пар увеличивает запасы влаги в верхнем (0—20 см) слое почвы на 15—25 % по сравнению с непаровыми предшественниками. Это одно из условий получения своевременных дружных всходов и хорошей перезимовки озимой пшеницы в степных районах Северного Кавказа.

Увеличению запасов влаги способствуют посевы кулис в паровом поле. В условиях Алтайского края кулисы увеличивали толщину снежного покрова в 3 раза и способствовали повышению запасов почвенной влаги в чистом пару на 20—25 %.

Высокая степень минерализации органического вещества при отсутствии культурных и сорных растений в чистом пару способствует накоплению в почве доступных форм питательных веществ. По сравнению с непаровыми предшественниками в пахотном слое парового поля содержание оксидов азота, фосфора, калия и других

питательных элементов увеличивается в несколько раз, что при недостатке удобрений играет большую роль в повышении урожая пшеницы. Это особенно важно с точки зрения обеспечения культурных растений фосфором, которым обычно бедны почти все черноземные, каштановые и другие почвы степной зоны.

Чистый пар — эффективное комплексное средство борьбы с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур. Повышение биологической активности почвы в чистом пару ускоряет разложение растительных остатков и значительно снижает степень зараженности культур фитопатогенными грибами. После чистого пара пораженность посевов пшеницы корневыми гнилями и другими болезнями снижается в несколько раз?]

{Многokратные обработки почвы в чистом пару уничтожают многих вредителей пшеницы и других культур в разных фазах их развития (яйца, личинки, гусеницы и т. п. р

Положительное влияние чистого пара на водный режим, фитосанитарное состояние поля, обеспечение растений питательными веществами выражается в получении значительно более высоких и устойчивых урожаев озимой и яровой пшеницы. В степных районах Поволжья, Юго-Востока, Северного Кавказа урожайность озимой пшеницы по чистому пару в 1,5—2 раза выше, чем по другим предшественникам. В засушливых районах степи и лесостепи Заволжья, Южного Урала, Зауралья, Западной Сибири, Алтая чистые пары увеличивают урожай яровой пшеницы на 30—50 % по сравнению с непаровыми предшественниками. Чистый пар как лучший предшественник пшеницы не только повышает урожайность, но и способствует улучшению качества зерна.

В основных районах возделывания пшеницы в структуре посевных площадей эта культура может занимать в севообороте 30—50 % площади пашни, а в некоторых случаях и более половины. Поскольку площадь чистых паров в несколько раз меньше площади посевов пшеницы, то по чистым парам размещают лишь меньшую часть посевов этой культуры. По чистым парам посевы пшеницы идут повторно, а оставшуюся ее часть размещают по зернобобовым, однолетним и многолетним травам, кукурузе на силос и некоторым другим предшественникам.

2.2. ЗАНЯТЫЕ ПАРЫ

(В условиях достаточного увлажнения, при использовании орошения, удобрений на запланированный урожай, современной технологии обработки почвы и защиты растений от вредителей, болезней и сорняков озимые зерновые культуры размещают по занятым парам.) Установлено, что урожайность озимой пшеницы, озимой ржи по занятому пару в условиях Нечерноземной зоны на 5—15 % ниже, чем по чистым парам. Однако эффективность занятых паров значительно выше чистых за счет урожайности парозанимающих

культур. Она особенно высока, если парозанимающей культурой являются бобовые однолетние культуры как на корм, так и на зеленое удобрение. Например, в условиях Нижегородской области урожайность озимой пшеницы по сидеральному (люпиновому) пару на 0,4 т/га, или 11 %, была больше, а по викоовсяному занятому пару на 0,46 т/га, или на 12 %, меньше, чем по черному пару.

Викоовсяный занятый пар наиболее распространен в Нечерноземной зоне, и его последствие на картофель и другие пропашные культуры, идущие после озимых пшеницы и ржи, одинаково с чистым паром.

Картофельный занятый пар по влиянию на урожайность озимых культур и продуктивность звена с пропашными культурами ненамного превышает викоовсяный. Однако по сравнению с чистым паром продуктивность такого звена увеличивается на 23—30 %.

В менее обеспеченной влагой Центрально-Черноземной зоне урожайность озимой пшеницы по чистому пару на 15—20 % выше, чем по занятому викоовсяному. Тем не менее и в этих условиях продуктивность севооборотного звена с занятым паром значительно выше, чем с чистым.

В увлажненных районах Северного Кавказа эффективны занятые пары с посевами ценных бобовых многолетних трав однолетнего использования — клевера и эспарцета. После таких паров урожайность озимой пшеницы не уступает таковой по чистому пару.

В районах с песчаными и супесчаными почвами большую роль играют сидеральные пары, в которых возделывают и запахивают в качестве зеленого удобрения различные виды люпина, донник и другие культуры. В условиях Нижегородской области люпиновый сидеральный пар улучшал структуру таких почв, снижал засоренность посевов и повышал урожайность озимой ржи до 3,91 т/га, тогда как по черному пару без навоза было получено 3,56 т/га, а с внесением 50 т/га навоза — 4,13 т/га.

При возделывании яровой пшеницы по сидеральному донниковому пару в условиях Приобья для урожайность составила 2,59 т/га, а по чистому пару — 2,90 т/га.

2.3. МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ

Многолетние бобовые травы — клевер и люцерна — широко используют как ценные кормовые культуры в чистом виде и в смеси с многолетними злаковыми травами: тимофеевкой, овсяницей, райграсом многоукосным, житняком и некоторыми другими. Их значение как предшественников определяется прежде всего азотфиксирующей способностью бобовых растений.

Ценность же бобово-злаковых смесей многолетних трав как предшественников связана с их комплексным воздействием на плодородие почвы, урожайность последующих культур и продуктивность севооборота. Кроме накопления азота бобовым компонентом

злаковый компонент одновременно создает и оставляет в почве большую массу хорошо разветвленной корневой системы. И корни, и продукты их разложения положительно влияют на структуру почвы и ее гумусовый баланс, на азотный фонд почвы.

Благодаря большой массе растительных остатков (до 7—8 т/га абсолютно сухого вещества), высокой степени их гумификации многолетние травы стоят в первом ряду почвоулучшающих культур. По влиянию на плодородие почвы, урожайность озимых зерновых и других культур они часто превосходят чистые и занятые пары. Однако это закономерно лишь при наличии влаги, так как для своей вегетации многолетние травы требуют значительно больше воды, чем другие культуры. Поэтому многолетние травы распространены в районах достаточного увлажнения и на орошаемых землях, где их в первую очередь используют как предшественники озимых культур. Они положительно влияют не только на первую, но и на вторую, и третью культуры.

Это определяет их универсальность как предшественников и разнообразность использования.

В условиях Нечерноземной зоны многолетние травы подсевают весной под покров озимых и яровых зерновых культур. Но при высокой урожайности зерновых (3,5—5 т/га зерна) подсеянные многолетние травы под эти культуры страдают из-за большого угнетения покровной культуры и сильно изреживаются. В этом случае многолетние травы подсевают под покров викоовсяной смеси на корм и под другие однолетние травы или озимые культуры, убираемые весной на зеленый корм.

В полевых севооборотах срок использования многолетних трав обычно не превышает 2—3 года, но в кормовых и специальных почвозащитных севооборотах он увеличивается до 4—5 лет и более.

Кроме озимых культур после многолетних трав в севооборотах размещают лен-долгунец, картофель, яровые зерновые, просо, коноплю, капусту. Клевер и другие многолетние травы являются особенно ценными предшественниками для льна-долгунца, который после них меньше засоряется, мало поражается болезнями, вредителями и дает высокий урожай льноволокна и семян.

В восточных районах Нечерноземной зоны многолетние травы могут быть хорошим предшественником для яровой пшеницы, но иногда ее урожай после этого может снизиться из-за поражения проволочком.

При сильном заражении пласта многолетних трав проволочком их не рекомендуют использовать как предшественник картофеля, кукурузы, яровой пшеницы.

Оборот пласта хорошо использует большинство пропашных культур: сахарная свекла, кукуруза, картофель, конопля, табак и другие культуры.

В южных увлажненных районах и при орошении хорошим пред-

шественником озимых культур, риса является люцерна 2—3-годичного использования. В Средней Азии эта многолетняя бобовая трава прерывает бессменные посевы хлопчатника.

Эффективность многолетних трав как предшественников во многом зависит от условий увлажнения, массы и состава корневых и поукосных остатков, сроков и способов разделки их дернины, зараженности посевов болезнями, вредителями и засоренности сорняками и от многих других условий.

• V Многолетние травы имеют большое экологическое значение. Они стоят на первом месте среди всех других культур по почвозащитной роли. Их мощный травостой надежно укрывает почву от ливней и ветра. Благодаря хорошо развитой корневой системе они укрепляют почву, превращая ее верхний слой в пласт, который не подвержен разрушению водой или ветром.

Многочисленные растительные остатки образуют в верхних слоях почвы большое количество гумуса, который склеивает почвенные частицы в структурные агрегаты. Поэтому после многолетних трав почва имеет повышенное содержание водопорочных структурных агрегатов, надежно противостоящих эрозии. Хорошо структурированная многолетними травами почва после обработки имеет рыхлое строение и высокую степень влагоемкости. Многолетние травы способны усваивать и переводить в органическую форму большое количество минеральных веществ почвы, в том числе вносимых с минеральными удобрениями. В составе растительных остатков многолетних трав эти вещества не вымываются из почвы и не загрязняют окружающую среду.

Поскольку пик минерализации растительных остатков приходится на середину лета — период наиболее активного роста сельскохозяйственных культур, то минеральные вещества в большом количестве потребляются последующими культурами севооборота, минуя опасность вымывания в весенний и осенний периоды.

2.4. ЗЕРНОБОВОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Зернобобовые культуры — горох, чечевица, нут, чина, вика и пелюшка на семена, люпин и другие — представляют большую ценность как предшественники прежде всего благодаря их азотфиксирующей способности. Они накапливают в почве несколько меньше азота, чем многолетние клевер и люцерна, но его достаточно для того, чтобы на малоплодородных дерново-подзолистых и иных почвах горох и другие бобовые были хорошими предшественниками многих сельскохозяйственных культур.

Кроме того, некоторые зернобобовые — горох и другие — относятся к группе ранних яровых культур, которые быстро растут и рано освобождают поля. Интенсивный рост и раннее смыкание рядков обеспечивают зернобобовым культурам сплошного посева большое преимущество по сравнению со многими сорняками и до-

статочной высокой чистоте полей от сорняков после уборки урожая. Под покровом зернобобовых культур почва сохраняет свое строение, меньше уплотняется и лучше сберегает влагу в верхних слоях. При помощи ризосферных микроорганизмов и корневых выделений зернобобовые культуры переводят труднорастворимые фосфаты почвы в доступные для растений формы.

Большинство вредителей и болезней зернобобовых культур не поражает растения других семейств и поэтому безопасно для посевов зерновых и иных последующих культур.

Короткий период вегетации и ранняя уборка урожая делают возможным проведение обработки почвы и посева озимых культур после гороха, чины, нута и других зернобобовых культур. Эти культуры — хорошие предшественники для озимой пшеницы и озимой ржи. Во многих регионах России по влиянию на плодородие почвы и урожайность этих культур зернобобовые не уступают чистым и занятым парам. По данным ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, в условиях Орловской области собран урожай озимой пшеницы: по черному пару 3,35 т/га, по гороху — 3,51, по вике — 3,40, а по клеверному занятому пару — 3,49 т/га. В этих же условиях урожайность озимой ржи по гороху составила 3,62 т/га, а по вике — 3,58 т/га.

С продвижением гороха в районы с более континентальным климатом он как предшественник уступает чистым парам. Например, в НПО «Нива Татарстана» озимая рожь по черному пару дала 3,21 т/га зерна, а по гороху — лишь 2,67 т/га. Но общая продуктивность гороха с учетом урожая его зерна была на 1,1 т/га, или 13%, больше, чем по чистому пару. По данным НПО «Дон», в степной зоне урожайность озимой пшеницы по гороху снизилась на 26,6 % по сравнению с чистым паром, но продуктивность обоих полей выравнивалась за счет урожайности гороха.

Зернобобовые предшественники обеспечивают также высокое качество зерна пшеницы и ржи и повышают сбор белка с 1 га пашни. В условиях Среднего Поволжья включение гороха в зерновые севообороты увеличило сбор белка на 25 %.

Зернобобовые культуры — хорошие предшественники для льна-долгунца, ячменя, овса, проса, гречихи и других культур. Их можно размещать по самым разным предшественникам, но только не по зернобобовым, так как из-за распространения специализированных вредителей и болезней они отрицательно реагируют на повторные посевы. Положительно отзываясь на посев после различных пропашных культур, зернобобовые, в свою очередь, являются хорошими предшественниками для большинства пропашных культур — картофеля, сахарной свеклы, кукурузы, подсолнечника, конопли, табака, различных овощных культур.

При посеве после гороха и других зернобобовых эти культуры дают такие же урожаи, как и после озимой пшеницы, идущей в севообороте по лучшим предшественникам.

2.5. ПРОПАШНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Пропашные культуры объединены в одну группу по способу возделывания. Это определяет их специфическое влияние на почву и урожай последующих культур.

Группа пропашных представлена большим разнообразием культур, которые возделывают широкоявно. В течение их вегетации осуществляют междурядные обработки почвы, вносят минеральные удобрения, уничтожают сорняки; на орошаемых землях с помощью поливов для них создают оптимальный водный режим.

Среди пропашных культур есть и зерновые, и кормовые, и технические, и зернобобовые культуры. Значительное место среди пропашных культур занимают корне- и клубнеплоды — сахарная свекла, картофель, столовые корнеплоды (свекла, морковь), кормовые корнеплоды (свекла, турнепс, морковь) и др.

В пропашных зернобобовых культурах (соя, кормовые и овощные бобы, широкоявные посевы однолетнего люпина) хорошо сочетаются положительные свойства зернобобовых и пропашных предшественников.

По ценности пропашные культуры приближаются к чистым парам. Это связано прежде всего с их свойством очищать поля от сорняков, накапливать в пахотном слое запасы доступных для растений питательных веществ, с положительным влиянием отдельных пропашных культур на водный баланс почвы.

Большинство пропашных культур относится к поздним яровым формам, и до их посева весной можно провести несколько обработок почвы, которые в сочетании с почвенными гербицидами уничтожают большую часть малолетних сорняков и ограничивают распространение многолетних. Возможность борьбы с сорняками остается и после посева до появления всходов. С появлением всходов борьбу с сорняками продолжают с помощью междурядных обработок, которые проводят до смыкания рядков.

В то же время пропашные культуры отличаются большим выносом с урожаем азота и зольных элементов. Поэтому их возделывают, как правило, на фоне высоких доз органических и минеральных удобрений, последствие которых может сохраняться несколько лет.

Как и в чистых парах, при возделывании пропашных культур почва на протяжении почти всего вегетационного периода остается рыхлой. Это способствует повышению активности почвенной микрофлоры и накоплению в верхних слоях почвы растворимых форм питательных веществ.

Рыхлая почва полей с пропашными культурами хорошо задерживает и накапливает влагу летних атмосферных осадков. Поэтому после некоторых пропашных культур, например картофеля, в метровом слое почвы остаются значительные запасы влаги.

Кукуруза и сорго хорошо используют почвенную влагу, так как

их корни проникают на глубину от 1,5 до 4 м. А такие культуры, как сахарная свекла и подсолнечник, отличаются высоким потреблением воды. После них в почве остается значительно меньше влаги, чем после картофеля и кукурузы.

Высокая ценность пропашных культур как предшественников позволяет возделывать после них многие сельскохозяйственные культуры. После уборки кукурузы на зеленый корм, ранних сортов картофеля, турнепса, кормовых бобов и других рано освобождающих поле культур хорошие урожаи дают озимая пшеница, озимая рожь, озимый ячмень.

Но большинство пропашных культур — картофель, кукуруза на силос или на зерно, сахарная, кормовая, столовая свекла, подсолнечник и другие — поздно освобождают поля. Поэтому они служат хорошими предшественниками для яровых культур — яровой пшеницы, овса, ячменя, гречихи, проса, зернобобовых культур, льна, конопли и др. После пропашных предшественников — кукурузы, картофеля, сахарной свеклы и других — яровая пшеница дает в среднем на 15—20 % зерна больше, чем после зерновых культур или при повторном посеве.

В условиях Башкортостана урожайность яровой пшеницы после пропашных предшественников была не меньше, чем после гороха (табл. 21).

21. Влияние предшественников и удобрений на урожайность зерна яровой пшеницы (Амиров, 1996)

Предшественник	Урожайность яровой пшеницы, т/га	
	Без удобрений	С удобрениями
Горох	1,97	2,69
Кукуруза	1,97	2,65
Сахарная свекла	2,00	2,76
Картофель	1,89	2,86
Озимая рожь	1,71	2,37
Яровая пшеница	1,63	2,38

По данным ВНИИ льна, в Тверской области урожайность льна после картофеля была такой же, как и после многолетних трав при лучшем качестве волокна. Хорошо отзываются на пропашные предшественники яровой ячмень, горох, просо, гречиха, конопля и другие яровые культуры.

Большинство пропашных культур в севообороте обычно размещают после озимых или яровых зерновых культур, идущих по лучшим предшественникам. Например, картофель, кукурузу, сахарную свеклу в Нечерноземной зоне, в ЦЧЗ и в европейской части степной зоны обычно размещают в севообороте после озимых зерновых, идущих по чистым и занятым парам, многолетним травам и зернобобовым культурам.

Среди пропашных культур имеются такие, производство которых особенно выгодно и позволяет увеличить доходность хозяй-

ства. Кроме того, концентрация производства таких малотранспортабельных культур, как сахарная свекла, картофель, вокруг предприятий, перерабатывающих эту продукцию, позволяет снизить затраты на их доставку к месту переработки. Однако пропашные культуры предъявляют повышенные требования к плодородию почвы. Поэтому для их возделывания пригодны не все почвы, имеющиеся в хозяйстве. При ограниченных площадях полей с высоким плодородием возникает потребность в повторных посевах пропашных культур.

Повторные посевы кукурузы возможны как в Нечерноземной, так и в лесостепной и степной зонах европейской части России.

С высоким агрофоном связана и возможность повторного возделывания картофеля. Это подтверждает и богатый опыт его бессменного возделывания на приусадебных участках, где доза внесения органических удобрений в пересчете на 1 га исчисляется сотнями тонн и обеспечен индивидуальный уход за растениями картофеля.

В обычных полевых севооборотах лесостепной зоны повторные посевы сахарной свеклы невозможны из-за поражения ее нематодой, свекловичным долгоносиком, корнеедом и другими паразитами. Но при орошении в южных районах повторные посевы этой культуры не снижают урожайность.

Особое место в севообороте занимает подсолнечник. При массовом распространении вредителей, болезней и сорняков не только исключается повторное возделывание этой культуры, но и требуется выдержать длительный период (7—9 лет) для возвращения ее на то же поле. Особенно большой ущерб урожаю подсолнечника наносит сорняк — корневой паразит заразиха. Поэтому ведется селекция подсолнечника на устойчивость его растений к заразихе. При наличии таких сортов будет возможен более частый возврат подсолнечника на одно и то же поле, вплоть до повторных посевов.

Хорошими предшественниками подсолнечника являются озимые, зернобобовые культуры, кукуруза и некоторые другие культуры. После подсолнечника можно возделывать культуры, которые не поражаются болезнями подсолнечника и заразихой. Он может быть предшественником для озимых культур в южных увлажненных районах, где его рано убирают на семена. К тому же озимые культуры лучше, чем яровые, подавляют падалицу подсолнечника.

Однако для большинства культур подсолнечник малоприспособен предшественник, так как он сильно иссушает почву и последующая культура засоряется падалицей подсолнечника. Поэтому после подсолнечника поля чаще всего отводят под чистые или занятые пары.

Пропашные культуры обычно являются хорошими предшественниками друг для друга, но при условии, что они относятся к разным семействам. Например, в условиях Нечерноземной зоны картофель считают одним из лучших предшественников для кукурузы на силос или зеленый корм, для кормовой свеклы, а в лесостепной зоне — для сахарной свеклы, кукурузы на силос, конопли.

В южных районах кукуруза, кориандр, клешевина, табак могут быть хорошими предшественниками подсолнечника. В то же время подсолнечник и сахарная свекла, сильно иссушающие почву на глубину 1 м и более, являются малоценными предшественниками для других пропашных культур и друг для друга.

К отрицательным свойствам пропашных культур относится то, что они мало оставляют в почве растительных остатков, содействуют разрушению почвенной структуры и имеют слабую почвозащитную способность. Поэтому при их возделывании необходимо вносить повышенные дозы органических удобрений для восстановления запасов гумуса и структуры почвы. На полях с уклоном более 3° площади посевов пропашных культур сокращают или исключают из севооборота. На таких полях рядки посевов пропашных культур размещают поперек склона и проводят специальные противоэрозионные мероприятия.

2.6. ТЕХНИЧЕСКИЕ НЕПРОПАШНЫЕ КУЛЬТУРЫ

К этой группе относят лен-долгунец, коноплю, рапс и некоторые другие культуры. Их особенностью являются большой вынос питательных веществ из почвы и необходимость создания высокого агрофона для получения устойчивых урожаев. Например, успешное возделывание конопли возможно лишь на высокоплодородных участках («конопляных землях») с обязательным внесением навоза или других органических удобрений.

Под лен-долгунец навоз обычно не вносят, так как это отрицательно сказывается на качестве волокна. Его размещают по пласту или обороту пласта многолетних трав и обязательно проводят эффективные мероприятия по борьбе с сорняками, вредителями и болезнями. Обычно после льна поле выходит чистым от сорняков, а последствие пласта многолетних трав сохраняется несколько лет. Таким же длительным последствием обладает навоз, если его вносят под коноплю. Поэтому после этих культур и озимые, и яровые зерновые культуры дают такой же урожай, как и после занятого пара или зернобобовых культур. Не уступает этим культурам по своей ценности как предшественник яровой и озимый рапс, который возделывают также на высоком уровне агротехники с применением удобрений. Рапс положительно влияет на структуру и другие показатели плодородия почвы.

Технические непропашные культуры требуют определенных предшественников. По данным ВНИИ льна, лучшими предшественниками льна-долгунца являются клевер и клеверозлаковые смеси, занятый пар, зернобобовые, картофель, озимые зерновые культуры по пласту многолетних трав. Коноплю в севооборотах размещают после озимых зерновых культур, сахарной свеклы, кукурузы, картофеля, зернобобовых культур, многолетних трав, люпина кормового.

Лучшими предшественниками для рапса являются картофель, зернобобовые культуры, кукуруза на силос или зеленый корм, озимые зерновые культуры, идущие по хорошим предшественникам. Из-за широкого распространения земляных блох и других вредителей и болезней капустных культур рапс снижает урожайность после предшественников из семейства капустных. По этой же причине для рапса неприемлемы повторные посевы. Период возврата рапса на одно и то же поле должен составлять от 3 до 5 лет.

Отношение технических непропашных культур к повторным посевам различно и определяется прежде всего биологическими причинами чередования культур. При внесении навоза и высоких доз минеральных удобрений повторные посевы конопли не снижают урожайности. Но при длительном бессменном возделывании конопли урожайность ее снижается прежде всего из-за усиливающегося поражения растений конопляной блохой, стеблевым мотыльком и фузариозом. Поэтому в севооборотах хозяйств, специализирующихся на производстве этой культуры, повторные посевы конопли прерываются на 1–2 года картофелем, кукурузой, многолетними травами и зернобобовыми культурами.

В отличие от конопли лен-долгунец не выносит повторных посевов и частого возвращения на одно и то же поле. Это связано прежде всего с сильным поражением повторных посевов льна-долгунца фузариозом и другими болезнями, с льноутомлением почвы, с ингибирующим влиянием отдельных групп почвенных микроорганизмов.

В севооборотах Смоленской, Новгородской областей и других зон возделывания льна-долгунца он занимает одно из 6–8 полей, что обеспечивает достаточный разрыв во времени, необходимый для его возвращения на одно и то же поле.

2.7. ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Зерновые культуры обычно занимают в полевых севооборотах половину или большую часть площади пашни.

Место озимой и яровой пшеницы, озимой ржи в севообороте определяется их значением как важнейших продовольственных культур. Поэтому их размещают по наилучшим предшественникам — после чистых и занятых паров, многолетних трав и зернобобовых культур.

В основных районах возделывания озимой пшеницы в лесостепной зоне, на Юго-Востоке и Кубани удельный вес этой культуры достигает 30–40 % площади пашни, поэтому в севооборотах после чистого пара ее можно возделывать повторно. В этих районах озимая пшеница дает также высокую урожайность по люцерне 2–3-летнего использования, по гороху и другим зернобобовым культурам, по кукурузе на силос.

В Нечерноземной зоне европейской части России озимую пше-

ницу и озимую рожь размещают после многолетних трав — клеверо-тимофеечной смеси 2—3-годового использования, по занятым парам (клеверным, викоовсяным, сидеральным), по гороху, после кукурузы на зеленый корм. На северо-востоке этой зоны они могут размещаться по чистым парам.

В восточных степных и лесостепных районах страны (Заволжье, Южный Урал, Западная Сибирь, Алтай и другие прилегающие к ним районы) яровая пшеница занимает в севооборотах 50 % и более площади пашни при крайне ограниченном наборе возделываемых культур. Основным ее предшественником здесь является чистый пар. После чистого пара яровую пшеницу возделывают повторно. Другими предшественниками, прерывающими повторное возделывание яровой пшеницы в этих районах, могут быть ячмень, однолетние травы, кукуруза на зеленый корм.

Для серых хлебов (ячменя, овса) и крупяных культур (проса, гречихи) лучшим местом в севообороте являются поля после озимых зерновых культур, идущих после многолетних трав, то есть оборот пласта, а также поля после различных пропашных культур — картофеля, кукурузы, сахарной свеклы, кормовых корнеплодов и др.

При повторных и бессменных посевах зерновые культуры резко снижают урожайность, и в основном из-за биологических причин. В черноземной степи Среднего Поволжья яровая пшеница при повторных и бессменных посевах снижала урожайность прежде всего из-за высокой засоренности посевов и поражения растений корневыми гнилями (табл. 22). При повторных посевах яровой пшеницы из-за поражения ее корневыми гнилями урожайность зерна снижалась на 31,1 %.

22. Влияние предшественников, повторных и бессменных посевов на засоренность и урожайность яровой пшеницы (Корчагин, Неясов, 1996)

Предшественник яровой пшеницы	Число сорняков на 1 м ²		Урожайность яровой пшеницы, т/га
	всего	в том числе многолетних	
Озимая рожь по чистому пару	12	1	1,95
Кукуруза	31	3	1,89
Яровая пшеница повторно	45	4	1,68
Яровая пшеница бессменно	297	4	1,17

Наиболее чувствительна к повторным посевам озимая пшеница, тогда как озимая рожь, яровая пшеница, ячмень, просо, овес меньше страдают от этого.

Однако влияние повторных посевов на урожайность зерновых культур зависит от почвенно-климатических условий и предшественников. Если в условиях Нечерноземной зоны озимая пшеница, идущая после многолетних трав повторно, обычно снижает урожайность зерна, то на черноземах степной зоны Северного Кавказа, Юго-Востока после чистого пара снижение это значительно мень-

ше, и здесь повторные посевы озимой пшеницы после чистого пара широко распространены.

То же самое относится и к яровой пшенице, которая в условиях достаточного увлажнения европейской части страны резко отрицательно реагирует на повторные посевы. Однако в условиях засушливых степей Западной Сибири, Алтая и других восточных районов ее возделывание в повторных посевах после чистого пара используют повсеместно, и снижение урожайности здесь относительно меньшее.

В условиях специальной агротехники — орошения по чекам, высоких доз удобрений, интегрированной системы защиты растений от вредителей, болезней и сорняков — рис без заметного снижения урожайности выдерживает двух- и даже трехлетнее повторное возделывание в севооборотах рисосеющих хозяйств Кубани. Однако при бессменных посевах рис снижает урожайность из-за засоления и заболачивания почвы, накопления в ней сероводорода и закисных соединений железа, а также из-за массового засорения посевов специализированными сорняками: рисовой прослянкой, клубнекамышом, стрелолистом, осокой и др. Поэтому повторные посевы риса чередуют с его лучшими предшественниками — люцерной, кукурузой, зернобобовыми культурами, озимой пшеницей с промежуточными культурами.

Ценность зерновых культур как предшественников во многом определяется их уровнем агротехники, и прежде всего их предшественником, то есть предпредшественником. Для многих сельскохозяйственных культур хорошими предшественниками являются озимая и яровая пшеница, озимая рожь, идущие по чистым парам и многолетним травам. В этих случаях следующие за ними культуры испытывают положительное последствие предпредшественников — чистого пара и др.

Сахарная свекла, картофель, кукуруза, подсолнечник и другие пропашные культуры особенно хорошо используют последствие чистого пара и многолетних трав. Поэтому во многих районах возделывания этих культур основной полевой севооборотов являются севооборотные звенья: многолетние травы — озимые — пропашные или чистый пар — озимые — пропашные.

Озимые зерновые культуры — хорошие предшественники для льна-долгунца, зернобобовых культур, проса, риса, яровых зерновых. Однако из-за того, что у озимой пшеницы и ячменя одни и те же возбудители корневых гнилей, следует избегать их возделывания друг после друга.

Озимые зерновые культуры рано освобождают поля, и после их уборки до наступления устойчивого осеннего похолодания остается 2—3 и более теплых месяцев. Это время можно использовать для возделывания промежуточных культур, чтобы получить второй урожай. На орошаемых землях в южных районах страны после уборки озимой пшеницы или озимого ячменя пожнивно высевает

кукурузу, которая до наступления холодов дает 40—50 т/га зеленой массы.

В увлажненных районах Северного Кавказа с продолжительным пожнивным периодом повторные посевы озимой пшеницы могут прерываться посевом промежуточной культуры, что имеет большое агротехническое значение. При использовании промежуточных культур на корм или зеленое удобрение второй посев озимой пшеницы дает урожайность не ниже первого, идущего по лучшим предшественникам.

Ценность яровых зерновых культур как предшественников относительно ниже, чем озимых, но это также зависит от предшественника и уровня агротехники. Яровая пшеница — удовлетворительный предшественник для повторного посева яровой пшеницы и для других культур, если она идет по чистому пару или по многолетним травам. Еще меньшую ценность имеет эта культура, если она идет по пропашным предшественникам. Малопримлемым предшественником являются повторные посевы яровой пшеницы или ее посевы по другим колосовым культурам.

Особое место среди яровых зерновых культур как предшественник занимает овес, так как он почти не поражается корневыми гнилями и другими болезнями зерновых культур. Поэтому он считается хорошим предшественником для большинства зерновых культур. Как предшественник овес приемлем для многих пропашных и зернобобовых культур.

Ячмень, идущий по пропашным, зернобобовым культурам, может быть удовлетворительным предшественником для озимой ржи как культура, рано освобождающая поле и обычно имеющая достаточно высокий агрофон. После ячменя можно возделывать многие пропашные культуры. Но ячмень как предшественник малопримлем для озимой и яровой пшеницы из-за одних и тех же возбудителей корневых гнилей этих культур.

Среди крупяных культур хорошим предшественником является просо, если его возделывают по пласту многолетних трав или после хорошо удобренных навозом пропашных культур. Прерывание повторного возделывания яровой пшеницы просом увеличивает ее урожайность на 15—40 %.

Гречиха также достаточно хороший предшественник для яровых зерновых культур из-за ее принадлежности к другому семейству, хорошей способности очищать поля от сорняков и высокой усвояющей способности труднорастворимых фосфатов почвы. После нее можно размещать зернобобовые культуры, а также кукурузу, картофель и другие пропашные культуры. Из-за позднего срока уборки гречихи в условиях Нечерноземной зоны она не может быть предшественником озимых зерновых культур.

В условиях увлажненных районов Северного Кавказа и на орошаемых землях Юга России гречиху можно возделывать поживно после уборки озимой пшеницы или озимого ячменя и убирать уро-

жай зерна до наступления осенних холодов. В этом случае она будет прерывать возделывание озимой и последующей яровой зерновой культуры, что очень важно с точки зрения плодосмена.

Приведенная оценка зерновых культур как предшественников может изменяться в зависимости от применения удобрений, гербицидов и других средств интенсификации земледелия. По данным С. А. Воробьева, на дерново-подзолистых почвах Московской области урожайность ячменя сильно колебалась в зависимости от предшественников на неудобренном фоне. Но разница значительно нивелировалась при использовании расчетных доз удобрений и гербицидов. В Краснодарском НИИ сельского хозяйства высокая эффективность бобовых культур как предшественников озимой пшеницы наблюдалась лишь на неудобренном фоне. Внесение удобрений устранило различие в урожайности пшеницы по предшественникам и повысило ее на 63—80 % по сравнению с бессменным посевом озимой пшеницы.

Большое значение для оценки предшественников имеют также орошение, предшествующее засорение полей, зараженность почвы и растительных остатков возбудителями болезней и заселенность вредителями сельскохозяйственных культур. Необходимо хорошо знать технологию возделывания предшествующей культуры и ее влияние на физические, химические и биологические показатели плодородия почвы. Кроме того, важно изучить предшествующее эрозийное состояние полей, влияние на него предшественников и в целом всего севооборота, который должен выполнять почвозащитную функцию. С этим связана необходимость ведения Книги истории полей, отражающей все особенности размещения и возделывания сельскохозяйственных культур на полях севооборота в течение его ротации.

2.8. ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Большинство основных культур севооборота занимают поля в течение времени, которое составляет лишь 50—70 % продолжительности общего периода возможной вегетации растений. Например, во многих районах Нечерноземной зоны после уборки озимых и яровых зерновых культур поля пустуют более двух месяцев теплого летне-осеннего периода. За это время выпадает 100—150 мм и более осадков, сумма биологически активных температур достигает 1000°С, что составляет 30—40 % агроклиматических ресурсов всего теплого периода года. Этого вполне достаточно, чтобы в дополнение к урожаю зерна с помощью пожнивных, поукосных, подсеваемых культур получить еще и урожай зеленой массы кормовых или сидеральных растений. Весной, перед посевом поздних яровых культур, также есть время для возделывания промежуточных культур — озимых.

В южных районах при орошении можно получать до трех урожа-

ев в год и с помощью посевов промежуточных культур увеличить продуктивность пашни в 1,6—2,6 раза (табл. 23).

23. Эффективность использования пашни при орошении на Кубани (Зубенко, 1980)

Число урожаев за 1 год	Культуры	Сбор продукции, т/га	Сбор кормовых единиц, ц/га	Условно чистый Доход с 1 га, %
Один	Кукуруза, зеленая масса	47,20	95,8	100
Два	Озимый ячмень: зерно	4,43	48,9	
	солома	7,38	24,1	
Три	Кукуруза пожнивная, зеленая масса	39,40	80,1	160
	Всего за два урожая	—	153,5	
	Озимая викоржаная смесь, зеленая масса	46,00	101,3	
	Кукуруза поукосная, зеленая масса	44,50	90,2	259
	Горохо-подсолнечная смесь поукосная, зеленая масса	33,70	56,3	
	Всего за три урожая	124,20	247,8	

Промежуточные культуры, как и занятые пары, являются элементом интенсивного земледелия. Если при замене чистых паров занятыми в районах достаточного увлажнения коэффициент использования пашни увеличивается до единицы, то использование промежуточных культур в этих условиях или на орошаемых землях позволяет иметь коэффициент использования пашни больше единицы.

При широком использовании минеральных удобрений, орошения, прогрессивной технологии обработки почвы, совершенной организации труда можно с помощью посевов промежуточных культур увеличить продуктивность 1 га пашни в районах Кубани, в Поволжье до 20—25 тыс. корм. ед., в большинстве районов Нечерноземной зоны до 10 тыс. корм. ед.

В европейской части России возделывание пожнивных, поукосных, подсеваемых культур без орошения возможно в большинстве областей и республик, расположенных южнее линии Санкт-Петербург—Тверь—Иваново—Казань—Уфа и севернее линии Белгород—Воронеж—Пенза—Ульяновск—Уфа. Еще большие возможности для возделывания пожнивных и других промежуточных культур имеются в южных районах при использовании орошения.

Промежуточные культуры — существенный источник кормов, и прежде всего важное звено зеленого конвейера. Юни позволяют получать свежие корма в те периоды года, когда основные кормовые культуры еще не достигли кормовой спелости (весной) или уже убраны с полей (осенью). Кроме того, это высококачественное исходное сырье для заготовки кормов на стойловый период (раннего сенажа, силоса, сена, витаминной муки, гранул, брикетов). В южных районах кроме кормов промежуточные культуры могут давать зерно (поживный посев гречихи), клубни (поживные или поукосные посадки картофеля). Посевы многих промежуточных культур могут быть использованы на зеленое удобрение.

В зависимости от почвенно-климатических условий, места в севообороте, сроков посева, способов использования в качестве промежуточных культур возделывают самые разнообразные сельскохозяйственные растения.

В южных районах страны с продолжительным периодом вегетации растений, большим количеством тепла и почвой с высоким естественным плодородием создаются хорошие предпосылки для возделывания промежуточных культур при орошении и в районах с достаточным количеством осадков в послеуборочный период.

В Нечерноземной зоне и иных районах достаточного увлажнения урожайность промежуточных культур больше зависит от продолжительности теплого периода и количества тепла, доз удобрений, вносимых на дерново-подзолистых и других малоплодородных почвах.

Эти особенности определяют выбор засухоустойчивых и теплолюбивых промежуточных культур для южных районов страны и скороспелых, быстрорастущих, нетребовательных к теплу и устойчивых к заморозкам для Нечерноземной зоны.

При подборе промежуточных культур прежде всего учитывают продолжительность периода, в течение которого может возделываться промежуточная культура, обеспеченность его теплом и осадками.

Установлено, что в лесолуговой зоне для поживного и поукосного посевов пригодны овес, горох, пелюшка, люпин, кормовая капуста, турнепс, белая горчица, озимый и яровой рапс, фацелия, масличная редька, озимая сурепица и другие быстрорастущие и устойчивые к заморозкам культуры. В южных районах для этой цели пригодны кукуруза, подсолнечник, гречиха, суданская трава, просо, сорго, могар и другие поздние яровые культуры.

В качестве озимых промежуточных культур во многих районах могут быть использованы озимая рожь, озимая пшеница, озимый ячмень, озимая вика, зимующий горох, зимующий овес, озимый рапс, озимая сурепица. Эти культуры хорошо используют агроклиматические ресурсы осенне-зимнего и ранневесеннего периодов, устойчивы к перезимовке, быстро растут и рано весной дают высокий урожай зеленой массы.

Как подсеваемые промежуточные культуры в южных районах высевают донник, эспарцет, клевер однолетний, суданскую траву, в северных районах — различные виды клевера, озимую вика, донник, сераделлу, люпин многолетний и однолетний, райграс однолетний. Эти культуры высевают под покров зерновых культур или однолетних трав.

Промежуточные культуры можно возделывать как в чистом виде, так и в смеси. Например, высокоэффективно в поживных и поукосных посевах возделывание смеси люпина с овсом и подсолнечником, кукурузы или суданской травы с горохом или чиной, овса с горохом, викой или чиной. Среди озимых промежуточных

культур смеси озимой ржи и озимой пшеницы с озимой викой или зимующим горохом дают значительно больший урожай, чем их чистый посев. Эффективна также смесь промежуточных культур — озимой вики с райграсом однолетним, подсеваемая под покров озимой ржи на зеленый корм.

Пожнивные и поукосные культуры размещают в полях севооборота после уборки озимых и ранних яровых зерновых культур, а также после уборки ранних зернобобовых культур, однолетних трав и ранних силосных культур. В этих же полях размещают и подсевные культуры, которые формируют урожай за счет агроклиматических ресурсов пожнивного периода. Озимые промежуточные культуры возделывают в полях севооборота, идущих под поздние яровые культуры — картофель, кукурузу, гречиху, сорго, суданскую траву и др. При возделывании промежуточных культур не должно быть разрыва между уборкой предшествующей и посевом последующей культуры.

Получение дополнительного урожая за счет промежуточных культур возможно лишь при использовании удобрений, которые вносят в расчете на вынос питательных веществ с запланированным урожаем. Органические удобрения лучше применять при вспашке почвы под предшествующую культуру.

При возделывании озимых промежуточных культур органические удобрения нужно вносить перед их посевом и в расчете на урожай последующей основной культуры. Минеральные удобрения, особенно азотные, необходимо вносить непосредственно под промежуточные культуры и в подкормку.

Исследования, проведенные в МСХА им. К. А. Тимирязева, показали, что на дерново-подзолистых почвах урожайность зеленой массы пожливной горчицы и озимого рапса определяется дозами минеральных удобрений, и в первую очередь азотных. Они повышают урожай и содержание сырого протеина в зеленой массе. Особенно эффективны азотные удобрения при подкормке весной озимых промежуточных культур. Под бобовые промежуточные культуры необходимо вносить фосфорные и калийные удобрения.

При выборе способа обработки почвы учитываются ее плотность, влажность и засоренность поля. Вспашка на глубину пахотного слоя суглинистой почвы с предпосевной культивацией в условиях Московской области на разных фонах удобрений в среднем за три года повысила урожайность пожливной культуры на 10 % по сравнению с двукратным лушением стерни на глубину 10—12 см. Однако экономически выгодна поверхностная обработка, позволяющая быстро подготовить почву под посев пожливных и поукосных культур и совпадающая с технологией зяблевой обработки почвы. Прикатывание почвы обеспечивает быстрое появление дружных всходов этих культур, что очень важно в условиях ограниченного периода вегетации.

При возделывании промежуточных культур эффективно ис-

пользование комбинированных агрегатов, которые за один проход вносят удобрения и осуществляют предпосевную обработку почвы и посев. Нормы высева семян промежуточных культур повышают на 20—25 % по сравнению с обычным посевом. При пересыхании верхнего слоя почвы глубину посева семян увеличивают на 1—2 см.

Включение промежуточных культур в севооборот существенно влияет на плодородие почвы, урожайность последующих сельскохозяйственных культур, на общую продуктивность севооборота, помогает более эффективно использовать влагу атмосферных осадков и повышает коэффициент использования оросительных систем на орошаемых землях.

В условиях достаточного увлажнения Нечерноземной зоны пожливные посевы белой горчицы и озимого рапса при урожайности зеленой массы в 25—30 т/га не оказывают отрицательного влияния на водный баланс в почве под последующими культурами. Это объясняется тем, что запасы почвенной влаги к весне пополняются за счет осенне-зимних осадков.

В южных районах нашей страны пожливные и другие промежуточные культуры предохраняют почву от перегрева, снижают скорость ветра и создают более благоприятный водный режим. По данным А. М. Гаврилова, пожливные посевы кукурузы в условиях Поволжья снижали температуру почвы с 45—48 до 24—25° С без орошения и до 18—20° С при орошении. Пожливные посевы кукурузы и суданской травы снижали скорость ветра с 3—5 до 0,1—0,2 м/с и способствовали сохранению относительной влажности воздуха в посевах на уровне 95—98 % при 34—36 % на открытых площадях.

Исследования МСХА им. К. А. Тимирязева показали, что под посевами пожливных культур биологическая активность дерново-подзолистой почвы в 1,5—2 раза выше, чем на контроле (зябь).

Промежуточные культуры оказывают положительное влияние на структуру почвы. В условиях черноземной почвы Поволжья подсевной донник увеличивал количество водопрочных агрегатов в верхнем (0—10 см) слое в среднем на 12—13 %.

Озимые промежуточные и поукосные кормовые культуры в Московской области повышали содержание водопрочных агрегатов в дерново-подзолистой почве на 7—10 %. Промежуточные культуры — важное средство борьбы с ветровой и водной эрозией почвы. Поля, покрытые посевами пожливных и озимых промежуточных культур, надежно защищены от эрозии в осенний и весенний периоды.

Промежуточные культуры — важный источник органического вещества для дерново-подзолистых и других малоплодородных почв. Они оставляют на каждом гектаре в почве до 4—5 т пожливных и корневых остатков. Это вызывает усиленную деятельность почвенных микроорганизмов, в результате чего в почве увеличиваются запасы доступных растениям питательных веществ, улучшаются ее физические свойства.

В интенсивном земледелии экономически выгодна не самостоятельная форма сидерации, а пожнивная. На связных почвах Нечерноземной зоны как поживные сидераты эффективны белая горчица, озимый рапс, масличная редька, на песчаных и супесчаных почвах — поживные посевы однолетнего люпина и подсевные посевы многолетнего люпина, сераделлы, эспарцета.

При запашке зеленой массы промежуточных культур заметно повышается биологическая активность почвы, увеличиваются как общая численность, так и разнообразие почвенных микроорганизмов, участвующих в процессах разложения органических остатков, в превращениях азота. Возрастает также количество актиномицетов и других групп наиболее активной почвенной микрофлоры. Эти процессы при запашке зеленых удобрений сопровождаются накоплением в почве доступных для растений форм азота. Например, в дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны после запашки на 1 га 16,7 т зеленой массы поживной белой горчицы содержание нитратов в пахотном слое составило 46 мг на 1 кг сухой почвы при 18 мг на контроле (без удобрений). Ценность поживных сидератов как удобрений не ниже, а иногда выше обычных доз органических удобрений. На легких почвах запашка зеленой массы поживного люпина увеличивает урожайность картофеля на 4—7 т/га. Прибавка урожайности клубней картофеля при сочетании поживных сидератов с навозом достигает 10 т/га.

При возделывании промежуточных культур в севообороте дополнительными обработками почвы уничтожают сорные растения. Появившиеся после посева всходы сорняков под покровом быстрорастущих и обычно загущенных посевов промежуточных культур сильно угнетаются и уничтожаются еще до созревания семян при уборке на корм или запашке на зеленое удобрение. Корневые выделения и продукты разложения зеленой массы некоторых промежуточных культур ингибируют действие на семена отдельных сорных растений.

На Кубани после поживных посевов кукурузы засоренность сахарной свеклы уменьшилась на 50 % по сравнению с контролем (сахарная свекла по ябю).

По данным МСХА им. К. А. Тимирязева, после поживных культур засоренность посевов последующих культур снижается на 35—50 % при одновременном уменьшении вегетативной массы сохранившихся сорняков. При насыщении плодосменного севооборота промежуточными культурами до 50 % площади засоренность посевов озимой пшеницы снизилась в 2—3 раза.

Улучшение плодородия почвы при возделывании промежуточных культур как на корм, так и на зеленое удобрение способствует повышению урожайности основных сельскохозяйственных культур и общей продуктивности севооборота. На дерново-подзолистой почве центральных районов Нечерноземной зоны при запашке зеленой массы поживной белой горчицы урожайность клубней кар-

тофеля увеличивается на 30—50 % по сравнению с контролем. Одновременно улучшается и качество клубней — повышается содержание крахмала, снижается поражение их паршой и другими болезнями. Возможность получения 2—3 урожаев в год придает промежуточным культурам в условиях интенсификации и специализации земледелия особое значение.

В кормовых севооборотах при крупных животноводческих комплексах они становятся важной составной частью зеленого конвейера на протяжении всего теплого времени года. Во Всероссийском научно-исследовательском институте кормов разработана технология производства зеленых кормов в прифермских севооборотах, что позволяет за счет сочетания озимых промежуточных и подсевных культур получать до четырех урожаев корма в год в условиях Нечерноземной зоны (табл. 24). Это становится возможным лишь при широком применении минеральных удобрений, жидкого навоза, орошения и других средств интенсификации земледелия.

24. Продуктивность пашни в кормовых севооборотах при использовании промежуточных культур (по данным ВНИИ кормов)

Укос	Срок уборки	Урожайность, т/га	
		зеленой массы	сухого вещества
Первый	Середина мая (озимая рожь)	17,30	2,13
Второй	Третья декада июля (подсевные культуры)	26,48	6,21
Третий	Первая декада августа (отава подсевных культур)	16,49	2,94
Четвертый	Конец сентября (отава подсевных культур)	4,95	0,90
	Всего	65,22	12,18

Еще больше возрастает значение промежуточных культур в полевых и специальных севооборотах. При специализации и концентрации животноводства из полевых севооборотов выводят многие кормовые культуры и увеличивают площади посевов зерновых культур. Специализация севооборота с предельным насыщением его ведущей культурой приводит к размножению в почве возбудителей болезней, увеличению засоренности посевов специализированными растениями, распространению вредителей и возрастанию токсичности почвы.

Посевы промежуточных культур позволяют смягчить эти отрицательные явления специализированных севооборотов и восполняют выпавшие звенья плодосменного чередования. Промежуточные культуры из семейства бобовых и крестоцветных при использовании на зеленое удобрение в севооборотах с насыщением зерновыми культурами до 80 % и больше позволяют снизить поражение пшеницы и ячменя церкоспореллезом и другими корневыми гнилями. В опытах МСХА поражение растений бессменных посевов ячменя корневыми гнилями при использовании поживной сидерации снизилось в 1,5 раза (табл. 25).

25. Поражение ячменя корневыми гнилями, % (по Лошакову, 1980)

Севооборотные звенья	Без удобрения	NPK	Навоз	NPK + пожнивный сидерат
1. Озимая рожь—картофель—ячмень	33,8	29,7	28,1	16,6
2. Озимая рожь—ячмень—ячмень	47,9	42,9	48,5	27,1
3. Ячмень—ячмень—ячмень	74,1	56,8	63,1	40,6

Это связано с тем, что при запашке зеленой массы развивается сапрофитная почвенная микрофлора, отдельные группы которой являются антагонистами грибов — возбудителей корневых гнилей.

С увеличением площади посевов риса в севообороте до 70—75 % и более в условиях Кубани большое значение приобретают озимые промежуточные посевы зимующего гороха и других культур на зеленое удобрение. При такой форме сидерации урожайность риса при бессменном возделывании увеличивается на 28 %. В рисовых севооборотах рекомендуется следующее чередование культур: 1 — зернобобовые с летним посевом люцерны, 2 — люцерна, 3—5 — рис, 6 — рис + озимый промежуточный сидерат, 7—8 — рис. Высокоэффективны различные формы зеленых удобрений в виде промежуточных культур в хлопковых, овощных, табачных и других специальных севооборотах.

Таким образом, промежуточные культуры в современных севооборотах играют большую роль и как важный элемент плодосмена, и как источник ценного органического удобрения. Их положительное влияние на физические, химические, биологические показатели плодородия почвы усиливает эффект чередования культур в севооборотах, особенно при специализации земледелия и структуре посевных площадей, неблагоприятной для организации нормального плодосменного чередования культур на полях.

Исключительно велики почвозащитная и экологическая функции промежуточных культур. Защищая почву от эрозии и уменьшая число вредителей, болезней и сорняков на полях, они способствуют снижению химической нагрузки на полях (в виде пестицидов), смыва почвы и тем самым предохраняют окружающую среду от загрязнения.

Глава 3

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕВОБОРОТОВ

3.1. КЛАССИФИКАЦИЯ СЕВОБОРОТОВ

Большое разнообразие севооборотов, применяемых в современном земледелии, обусловило необходимость их классификации.

В основу классификации севооборотов положены два основных признака:

главный вид растениеводческой продукции, производимой в севообороте — зерно, корма, техническое сырье, овощи и т.д.;

соотношение основных групп сельскохозяйственных культур, различающихся по биологии и технологии возделывания, их влиянию на плодородие почвы — зерновые культуры, многолетние травы, зернобобовые культуры, пропашные культуры, технические культуры сплошного посева, а также чистые и занятые пары.

По первому признаку определяются типы севооборотов различного производственного назначения, отличающиеся основной производимой продукцией. Существует три *типа севооборотов* — полевые, кормовые и специальные. Они могут подразделяться на подтипы.

По второму признаку определяются *виды севооборотов*, различающихся по структуре посевных площадей — соотношение основных групп сельскохозяйственных культур. Их более десяти, и они могут относиться к различным типам и подтипам севооборотов, как это видно из представленной классификации севооборотов.

Помимо типа и вида севооборот характеризуют еще и по количеству полей, указывают площадь поля и общую площадь пашни, которую занимает севооборот. Количество полей в севообороте устанавливают, исходя из структуры посевных площадей, организационно-хозяйственных условий, особенностей рельефа и землепользования конкретного хозяйства. В севообороте может быть от 2—3 до 10—12 полей.

Классификация севооборотов

Типы и подтипы	Виды
Полевые:	
универсальные	Зернопаровые, зернопаропропашные, зернопропашные, зернопаротравяные, зернотравяные, зернотравянопаропропашные, плодосменные или зернотравянопропашные, травянопропашные, пропашные, паропропашные, сидеральные
специализированные:	Зернопаровые, зернопаропропашные, зернотравяные, плодосменные, пропашные, травянопропашные и др.
зерновые, льняные, свекло-вичные, картофельные	
Кормовые:	
прифермские	Плодосменные, пропашные, травянопропашные, травянозерновые
сенокосно-пастбищные	Травопольные (многопольнотравяные), травянозерновые, травянопропашные
Специальные:	
овощные, овощекормовые, овощебахчевые и бахчевые	Пропашные, травянопропашные, паропропашные, зернопаропропашные
рисовые	Зернотравяные, зернопропашные
конопачные	Пропашные, плодосменные, зернопаропропашные
табачные и махорочные	Пропашные, плодосменные, травянопропашные

земляничные и плодopитомни-
ческие
лекарственные и эфиромаслич-
ные
почвозащитные

Травянопропашные, паропропашные,
сидеральные
Зернопаропропашные, плодосменные,
паропропашные
Травопольные, травянозерновые

Полевым называется севооборот, предназначенный для производства зерна, технических культур и кормов.

Полевые севообороты подразделяются на два подтипа — *универсальные* и *специализированные*.

В полевых *универсальных* севооборотах большая часть пашни обычно занята зерновыми культурами, остальная — техническими и кормовыми. В засушливых районах часть пашни в таком севообороте отводится под чистые пары.

Специализированным называется севооборот с предельно допустимым насыщением посевами одной культуры или культур одной группы. Во многих районах России получили распространение специализированные полевые зерновые севообороты, в которых удельный вес зерновых и зернобобовых культур достигает 75—85 %. В полевом специализированном свекловичном севообороте удельный вес сахарной свеклы может достигать 30 %, а при орошении — 40 %.

При производстве картофеля удельный вес этой культуры в специализированном полевом севообороте на высоком агрофоне может быть увеличен до 40 %.

Кормовым называется севооборот, предназначенный для производства преимущественно грубых, сочных и зеленых кормов. Большую часть площади пашни в кормовых севооборотах отводят под посевы различных видов кормовых культур.

Кормовые севообороты в зависимости от их места расположения и состава возделываемых культур делятся на два подтипа: прифермские и сенокосно-пастбищные.

Прифермским называется севооборот, предназначенный для производства сочных и зеленых кормов и поля которого расположены вблизи животноводческих ферм. Такие севообороты иногда называют корнеплодно-силосными, подчеркивая их значение и конкретизируя задачи производства сочных корнеплодов и силосной массы. Их размещение вблизи ферм связано с необходимостью снижения затрат на транспортировку большой массы этих видов кормов.

Сенокосно-пастбищным называется кормовой севооборот, предназначенный для производства сена, сенажа и выпаса скота. В таком севообороте возделывают многолетние и однолетние травы. Его вводят при окультуривании естественных кормовых угодий, организуя многопольное чередование лугов и пастбищ и используя их для выпаса скота и заготовки кормов.

Фуражное зерно производят в полевых, кормовых, иногда и в специальных севооборотах.

Специальным называется севооборот, предназначенный для возделывания культур, требующих специальных условий и особой агротехники. К таким культурам относятся овощи, бахчевые, конопля, табак, рис, лекарственные, эфиромасличные растения и др. Как правило, это особо требовательные к условиям произрастания культуры. Специальные севообороты размещают на участках с высоким плодородием почвы, часто с оросительными системами. При возделывании овощей, других специальных культур широко применяют высокие дозы органических и минеральных удобрений, большое внимание уделяют уходу за растениями, их защите от вредителей, болезней и сорняков. Специальные севообороты подразделяют на восемь подтипов.

Особое место среди специальных севооборотов занимают *почвозащитные севообороты*. Их назначение — защита почвы от водной или ветровой эрозии при одновременном производстве продовольственной, технической или кормовой продукции. На склоновых землях Нечерноземной и лесостепной зоны для защиты почвы от водной эрозии размещают севообороты, на полях которых возделывают лишь многолетние и однолетние травы (травопольные севообороты) или посевы трав сочетают с посевами зерновых, в первую очередь озимых культур (травянозерновые севообороты). В степных районах для защиты почвы от ветровой эрозии в севообороты вводят поля многолетних трав с полосным их размещением.

Рассмотренные типы и подтипы севооборотов могут относиться к различным видам. Среди севооборотов, применяющихся в нашей стране, можно выделить следующие виды: зернопаровые, зернопаропропашные, зернопаротравяные, зернотравяные, зернопропашные, плодосменные (зернотравянопропашные), зернотравянопаропропашные, травянопропашные, пропашные, травопольные, сидеральные, травянозерновые, паропропашные.

Зернопаровым называется севооборот, в котором преобладают зерновые, культуры сплошного посева и имеется поле чистого пара. Например: 1 — чистый пар, 2 — яровая пшеница, 3 — яровая пшеница, 4 — овес.

Зернопаровые севообороты известны в России с XIV—XV вв. Они были основой трехпольки: 1 — паровое поле, 2 — озимое зерновое, 3 — яровое зерновое.

В наше время зернопаровой севооборот — основа почвозащитных систем земледелия в засушливых степях Южного Урала, Западной Сибири, Алтая и других степных районов восточной части страны. В условиях сурового континентального климата с коротким засушливым летом при отсутствии пропашных и зернобобовых культур чистые пары в этих районах являются единственным хорошим предшественником яровой пшеницы. Они обеспечивают устойчивость урожая этой культуры за счет накопления влаги в почве и эффективной борьбы с сорняками. Здесь наиболее распространены трех-, четырех- и пятипольные зернопаровые севообороты с по-

вторными посевами яровой пшеницы, которые в пятипольном севообороте прерываются ячменем или овсом: 7 — чистый пар, 2 — яровая пшеница, 3 — яровая пшеница, 4 — ячмень, 5 — яровая пшеница.

Зернопаропропашным называется севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, чередующиеся с чистым паром и пропашными культурами. Удельный вес зерновых культур в таких севооборотах может достигать 70 % площади пашни, а с посевами кукурузы на зерно и больше.

Зернопаропропашные севообороты возникли на основе зернопаровых и являются разновидностью улучшенных зерновых многопольных севооборотов (часто насчитывающих 10—12 полей). Они широко распространены в полусухих степных и лесостепных районах европейской части России: в Поволжье, на Юго-Востоке, на Северном Кавказе, в южной части ЦЧЗ. Типичным примером такого севооборота служит десятипольный севооборот одного из хозяйств Волгоградской области: 1 — чистый пар, 2 — озимая пшеница, 3 — кукуруза на зерно, 4 — яровая пшеница, 5 — ячмень, 6 — горох, 7 — озимая рожь, 8 — яровая пшеница, 9 — просо, 10 — подсолнечник.

В зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края распространен другой зернопаропропашный севооборот: 1 — чистый пар, 2 — озимая пшеница, 3 — озимая пшеница, 4 — кукуруза на зерно, 5 — подсолнечник, 6 — горохоовсяная смесь на корм, 7 — озимая пшеница, 8 — озимая пшеница, 9 — кукуруза на зерно, 10 — ячмень.

В Среднем и Нижнем Поволжье, в степных полусухих районах Северного Кавказа и Южного Урала используют более короткую ротацию упрощенного зернопаропропашного севооборота: / — чистый пар, 2 — зерновые, 3 — зерновые, 4 — пропашные, 5 — зерновые, 6 — зерновые.

Зернопаропропашные севообороты с высоким удельным весом чистого пара и пропашных культур слабо защищены от эрозии почвы. Поэтому здесь необходимо проводить специальные мероприятия по защите почвы от водной (на склоновых землях с уклоном более 1,5—2°) и ветровой (в степных районах) эрозии.

Зернопропашным называется севооборот, в котором преобладают зерновые культуры, чередующиеся с пропашными культурами. Это севообороты более увлажненных районов зернового производства, где нет необходимости иметь поля чистых паров — в Центрально-Черноземной зоне, на Северном Кавказе, в Нечерноземной зоне, на Дальнем Востоке. В зернопропашном севообороте после пропашных культур следуют один или два года подряд зерновые, крупные или зернобобовые культуры и снова идет пропашная культура. Чередование в специализированном картофельном севообороте на легких почвах Нечерноземной зоны следующее: 1 — картофель ранний, 2 — озимая рожь, 3 — люпин на зерно, 4 — картофель, 5 —

овес. Или пример дальневосточного соевого севооборота: 1 — соя, 2 — пшеница, 3 — пшеница, 4 — соя, 5 — ячмень.

Как и предшествующий вид, зернопропашные севообороты на склоновых землях и в открытой степи требуют проведения специальных мероприятий по защите почвы от эрозии.

Зернопаротравяным называется севооборот, в котором преобладают посевы зерновых культур и имеются чистые пары и многолетние травы. В таких севооборотах могут быть и поля технических непропашных культур — льна-долгунца. Примером зернопаротравяного севооборота может быть волоколамское восьмиполье: 1 — чистый пар, 2 — озимые зерновые с подсевом клевера, 3—4 — клевер, 5 — яровые зерновые или лен-долгунец, 6 — чистый пар, 7 — озимые, 8 — яровые зерновые.

Зернопаротравяные севообороты являются разновидностью улучшенных зерновых севооборотов в северной зоне европейской части России.

В северо-восточной части Нечерноземной зоны используют восьмипольный севооборот: 1 — чистый пар, 2 — озимая рожь, 3 — ячмень с подсевом многолетних трав, 4—5 — многолетние травы, 6 — озимая рожь, 7 — овес, 8 — ячмень.

Зернотравяным называется севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, а остальная площадь пашни занята посевами многолетних и однолетних трав.

Как и зернопаротравяные севообороты, зернотравяные являются разновидностью улучшенных зерновых севооборотов. Примером перехода от трехпольки к более совершенным системам земледелия служит все то же волоколамское восьмиполье с двумя полями многолетних трав и с двумя полями чистого пара.

В дальнейшем эти севообороты претерпели изменения, выражаемые в замене чистых паров занятыми и расширении площади посевов многолетних трав.

В современных условиях зернотравяные севообороты применяют в тех хозяйствах Нечерноземной зоны, где пропашные культуры занимают небольшую площадь или выделены в отдельный севооборот (прифермский и др.). Наиболее распространены 7- и 8-польные чередования: 1 — занятый пар, 2 — озимые, 3 — яровые зерновые с подсевом многолетних трав, 4—5 — многолетние травы, 6 — озимые, 7 — яровые зерновые. В 8-польном севообороте после многолетних трав перед озимыми добавляется поле льна-долгунца.

В случае введения чистого пара вместо занятого — а в последние годы это практикуют все чаще — семиполье превращается из зернотравяного в зернопаротравяное.

В связи с тем что в зернотравяном севообороте многолетние травы, озимые и другие культуры с высоким почвозащитным эффектом занимают большую часть площади пашни, такие севообороты размещают и используют для защиты почвы от водной эрозии на землях с крутизной склона до 5—7°.

Другим направлением совершенствования севооборотов от зернопарового трехполья к многопольным севооборотам с посевами многолетних трав стало включение в них посевов пропашных культур. Таким образом появилось чередование, которое получило название *зернотравянопаропропашной* севооборота.

Зернотравянопаропропашным называется севооборот, в котором посевы зерновых культур чередуют с чистым паром, многолетними травами и пропашными культурами. По структуре посевных площадей такой севооборот уже приближается к плодосмену, но в нем еще остается поле чистого пара: 1 — чистый пар, 2 — озимая пшеница, 3 — картофель, 4 — ячмень с подсевом многолетних трав, 5 — 6 — многолетние травы, 7 — озимая пшеница, 8 — овес. При замене чистого пара на занятый и введении еще одного поля пропашных культур эта переходная форма превращается в классическую схему *плодосменного* севооборота.

Плодосменным называют севооборот, в котором зерновые культуры занимают до половины площади пашни и чередуются с пропашными и бобовыми культурами. Классическим примером плодосменного севооборота является норкфолькский севооборот: 7 — пропашные, 2 — яровые зерновые с подсевом клевера, 3 — клевер, 4 — озимые зерновые, в котором зерновые занимают 50 %, пропашные и бобовые — по 25 %. Такое соотношение в структуре посевных площадей позволяет оптимально выдержать принцип плодосмена — чередование, при котором на полях постоянно происходит смена культур, резко отличающихся по биологии и технологии возделывания. В плодосменном севообороте возделывание зерновых прерывается то пропашной культурой из другого семейства и с особой технологией возделывания, то бобовыми культурами. И те, и другие являются лучшими предшественниками для зерновых культур.

Норкфолькский плодосменный севооборот представляет комбинацию двухпольных севооборотных звеньев, в которых одно поле занято зерновой культурой, а другое или пропашным, или бобовым предшественником. Переход к норкфолькскому плодосмену от зернопарового трехполья сопровождался заменой чистого пара бобовой культурой (клевером) и включением поля пропашной культуры (турнепса) между повторным возделыванием двух зерновых культур.

Такое преобразование зернопаровой трехпольки в четырехпольный плодосмен стало крупным шагом на пути интенсификации земледелия. Возделывание пропашных и бобовых культур явилось новым этапом в развитии земледелия.

С развитием научной агрономии и совершенствованием средств производства в земледелии классический плодосмен получил свое дальнейшее развитие в теории и практике севооборота. Расширялся набор возделываемых пропашных и бобовых культур, увеличивалась ротация севооборота.

В современных типичных плодосменных севооборотах бобовые культуры часто представлены бобовыми многолетними травами в смеси со злаковыми двухлетнего использования или несколькими полями зернобобовых культур. В плодосменных севооборотах может быть 2—3 поля пропашных культур — картофеля, сахарной свеклы, кукурузы и др. Продолжительность ротации современного плодосменного севооборота достигает 8—12 лет.

Классическим примером современного плодосменного севооборота является восьмиполье, широко распространенное в Нечерноземной зоне России: 1—2 — многолетние травы, 3 — озимые зерновые, 4 — картофель, 5 — яровые зерновые или зернобобовые, 6 — озимые зерновые, 7 — кукуруза на силос, 8 — яровые зерновые с подсевом многолетних трав. В лесостепной зоне европейской части страны и в районах Кубани с достаточным обеспечением влагой типично такое чередование в полевом плодосменном севообороте: 2 — занятый пар, 2 — озимая пшеница, 3 — сахарная свекла, 4 — яровые зерновые с подсевом многолетних трав, 5 — многолетние травы, 6 — озимая пшеница, 7 — кукуруза на зерно и силос, 8 — горох, 9 — озимая пшеница, 10 — кукуруза на зерно, 11 — просо, подсолнечник.

Плодосменные севообороты широко используют на орошаемых землях южных районов страны, где хорошо проявляется высокий агротехнический эффект 2—3-летнего использования бобовой многолетней травы-люцерны.

Плодосменные севообороты, имеющие по 2—3 поля пропашных культур, обладают небольшой почвозащитной функцией и на склонах крутизной более 2° должны дополняться системой специальных почвозащитных мероприятий.

Травопольным называется севооборот, в котором большая часть пашни занята посевами многолетних трав. Оставшаяся часть обычно занята однолетними травами, иногда зернофуражными культурами. Этот вид севооборота относят к кормовому типу, и он служит основой для организации интенсивного лугопастбищного хозяйства с чередованием: 1—5 — многолетние травы, 6 — однолетние травы с подсевом многолетних трав. Когда производство зеленых и грубых кормов сочетают с производством зернофуражных кормов и с возделыванием непропашных технических культур, то травопольный севооборот может иметь такой вид: 1—4 — многолетние травы, 5 — зерновые или лен-долгунец, 6 — однолетние травы, 7 — яровые зерновые с подсевом многолетних трав. Этот вид севооборота ближе к травянозерновому.

Травянозерновым называется севооборот, в котором половина или большая часть пашни занята многолетними и однолетними травами, а остальная часть — зерновыми культурами. Примером такого севооборота для Нечерноземной зоны может быть следующее чередование: 1—4 — многолетние травы, 5 — озимая пшеница, 6 — овес, 7 — ячмень, 8 — однолетние травы с подсевом многолетних

трав. Он предназначен для производства грубых кормов и зернофуража и как кормовой севооборот дополняет прифермские и сенокосно-пастбищные севообороты.

Севообороты с многолетними травами особенно эффективны и распространены в Нечерноземной зоне в районах достаточного увлажнения. Уровень их интенсификации относительно невысок, но они всегда являются важным элементом системы почвозащитных мероприятий на склоновых землях в агроландшафтных системах земледелия. С включением в такие севообороты пропашных культур уровень интенсификации земледелия повышается на основе травянопропашных севооборотов.

Травянопропашным называется севооборот, в котором пропашные культуры чередуются с посевами многолетних трав. Обычно многолетние травы в таких севооборотах занимают 2—3 и более полей.

Травянопропашные севообороты используют как полевые на орошаемых землях южных районов страны для производства зерна, технических культур, кормов: 1—2 — люцерны, 3 — сахарная свекла, 4 — кукуруза на зерно, 5 — зернобобовые, 6 — сахарная свекла, 7 — ячмень с подсевом люцерны. На торфяно-болотных почвах юго-западной части Нечерноземной зоны применяют такой травянопропашной севооборот: 1—3 — многолетние травы, 4 — озимые, 5 — сахарная свекла, 6 — картофель, 7 — кукуруза, 8 — кукуруза и зернобобовые, 9 — однолетние травы с подсевом многолетних трав.

На овощных плантациях распространены специальные *овоще-кормовые* севообороты с двухлетним использованием многолетних трав: 1—2 — многолетние травы, 3 — капуста, 4 — томат, 5 — огурец, 6 — лук, 7 — столовые корнеплоды, 8 — однолетние травы с подсевом многолетних трав.

Пропашным называется севооборот, в котором большая часть пашни занята посевами пропашных культур. Это наиболее интенсивный вид севооборота, и при высокой степени его насыщения пропашными культурами они следуют друг за другом в течение нескольких лет подряд. Однако из-за их видовых различий можно избежать негативных явлений, которые обычно возникают при повторном и бессменном возделывании одного и того же вида пропашной культуры.

В конце XIX — начале XX в. пропашные севообороты появились в отдельных хозяйствах России, которые специализировались на производстве фабричной сахарной свеклы, заводского картофеля, овощей. В Средней Азии такие севообороты были основой хлопководства.

Полевые пропашные севообороты в настоящее время используют прежде всего в районах достаточного увлажнения и на орошаемых землях. Например, в Центральном районе Краснодарского края применяют такой полевой севооборот: 1 — кукуруза на зерно, 2 — подсолнечник, 3 — зернобобовые, 4 — озимая пшеница, 5 —

сахарная свекла, 6 — кукуруза на зерно, 7 — кукуруза на силос, 8 — озимая пшеница, 9 — сахарная свекла, 10 — озимый ячмень с пожнивным посевом кукурузы.

На орошаемых землях Юго-Востока, Северного Кавказа, других южных районов большинство овощных севооборотов является пропашными. В Нечерноземной зоне, в увлажненных районах лесостепной зоны кормовые прифермские севообороты имеют короткую ротацию, в которой преобладают пропашные культуры: 1 — однолетние травы, 2 — кормовые корнеплоды и картофель, 3 — кукуруза на силос, 4 — подсолнечник на силос.

Существенным недостатком пропашных севооборотов является их незащищенность от водной эрозии. Поэтому их следует размещать на равнинных или со слабым уклоном землях с использованием почвозащитной технологии возделывания пропашных культур.

Сидеральным называется севооборот, в котором одно или несколько полей отводят для выращивания сидеральных культур. Сидеральные севообороты используют на песчаных и супесчаных почвах, которые, например в Нечерноземной зоне, занимают около 30 % площади пашни. На таких почвах можно применять сидеральные севообороты со следующим чередованием: 1 — люпин на зеленое удобрение (сидерат), 2 — озимая рожь, 3 — картофель, 4 — овес.

В южных районах Нечерноземной зоны удобрительный эффект основной сидеральной культуры может быть усилен пожнивной сидерацией в сочетании с использованием соломы: 1 — люпин однолетний на зеленое удобрение, 2 — озимая рожь, 3 — картофель, 4 — однолетние травы на корм, 5 — озимая рожь + пожнивный сидерат (горчица белая, рапс и др.) с удобрением соломой, 6 — кукуруза на силос, 7 — овес.

Кроме однолетнего люпина в качестве сидеральной культуры можно использовать сераделлу, донник, клевер, многолетний люпин, другие бобовые культуры, а также горчицу белую, рапс, масличную редьку и другие растения семейства капустных.

В дополнение к основным посевам указанные сидераты выращивают и как промежуточные культуры, что имеет большое экономическое значение.

3.2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕВООБОРОТОВ

В основу разработки схем полевых, кормовых и специальных севооборотов положены следующие принципы их построения.

Принцип адаптивности. Предусматривает соответствие культур, возделываемых в севообороте, местным почвенно-климатическим условиям и перспективной структуре посевных площадей конкретного хозяйства.

Принцип биологической и хозяйственно-экономической целесообразности. Определяет возможность использования в севообороте

озимых или яровых форм зерновых культур, чистого или занятого пара, чистых или смешанных посевов однолетних или многолетних трав, беспокровного или подпокровного посева, выводных полей, посевов промежуточных, сидеральных культур и т.д.

Принцип плодосменности. Предполагает ежегодную смену культур из разных хозяйственно-биологических групп, существенно различающихся по биологии и технологии возделывания. Реализация этого принципа наиболее эффективна в плодосменных севооборотах со следующей структурой посевных площадей: зерновые — 50 %, бобовые — 25 %, пропашные — 25 %.

Принцип периодичности. Предусматривает необходимость соблюдения времени возврата одной и той же культуры на прежнее место возделывания. Для большинства культур этот период не превышает 2—3 лет, но у некоторых он достигает 5—7 лет.

<i>Культура</i>	<i>Период возврата на прежнее место выращивания, лет</i>
Зерновые (пшеница, рожь, ячмень, овес)	1-2
Просо, гречиха	2-3
Кукуруза	1
Зерновые бобовые (горох, вика, чина)	3
Люпин	4-5
Картофель	1-2
Сахарная свекла	3-4
Лен-долгунец	5-6
Подсолнечник	6-7
Многолетние травы	3
Кормовые, корнеплоды	2-3
Табак	2-3
Рапс	3-4

Принцип совместимости и самосовместимости. Определяет возможность использования для основных культур предшественников одной и той же хозяйственно-биологической группы или повторных их посевов. Например, посев яровых зерновых после озимых или после яровой зерновой культуры другого вида, ячмень после яровой пшеницы или после овса и т.д., а также повторные посевы озимой или яровой пшеницы после чистого пара, повторные посевы кукурузы, картофеля, риса в особых условиях агротехники. Этот принцип не допускает размещения культур одного семейства друг после друга.

Принцип уплотненного использования пашни. Предполагает включение в севообороты посевов промежуточных культур с целью увеличения коэффициента использования пашни. Реализуется в условиях интенсивного земледелия в районах достаточного увлажнения или на орошаемых землях для организации зеленого конвейера и сидерации. В южных районах возможно получение двух полноценных урожаев зерна, клубнеплодов и другой продукции.

Принцип специализации. Предусматривает возможность предельного научно обоснованного насыщения севооборота одной или

несколькими культурами из одной хозяйственно-биологической группы. Реализуется в условиях интенсивного земледелия для построения специализированных зерновых, свекловичных, картофельных и других севооборотов.

Все принципы построения севооборотов тесно взаимосвязаны друг с другом и подчинены разработке правильной научно обоснованной схемы чередования культур, отвечающей основным задачам конкретного хозяйства или его подразделения по производству сельскохозяйственной продукции и повышению плодородия почвы при минимальных затратах труда и средств производства.

При построении всех типов и видов севооборотов необходимо хорошее знание лучших предшественников для основных сельскохозяйственных культур, возможностей их использования на почвах с разным плодородием в конкретных климатических условиях и в зависимости от уровня обеспечения земледелия средствами производства: удобрениями, техникой, семенами, препаратами для защиты растений и др.

В нашей стране разработаны научно обоснованные рекомендации сельскохозяйственному производству по построению севооборотов. В последующих разделах книги будут изложены особенности построения схем полевых, кормовых и специальных севооборотов в различных зонах.

Рассмотрим в обобщенном виде предшественники основных полевых, технических и кормовых культур.

<i>Культура</i>	<i>Предшественники</i>
Озимые зерновые (пшеница, рожь, ячмень)	Чистые пары, многолетние травы, занятые пары, зернобобовые, кукуруза на зеленый корм и силос, озимые зерновые
Яровая пшеница	Чистые пары, пропашные культуры, многолетние травы, занятые пары, зернобобовые культуры, озимые зерновые
Овес	Пропашные культуры, зернобобовые, озимые зерновые, яровая пшеница, технические непропашные культуры
Ячмень яровой	Пропашные культуры, зернобобовые, озимые зерновые по парам или многолетним травам
Гречиха	Пропашные культуры (кроме бобовых), озимые и яровые зерновые культуры
Просо	
Горох, вика, чечевица, люпин, соя и другие зернобобовые	Озимые зерновые, зернобобовые, многолетние травы, пропашные, яровые зерновые
Картофель	Озимые зерновые, зернобобовые, картофель, яровая пшеница
Сахарная свекла	Озимые зерновые, зернобобовые, картофель, яровая пшеница
Кукуруза	Озимые зерновые, картофель, зернобобовые, яровые пшеница, овес, ячмень
Подсолнечник	Озимые зерновые, зернобобовые, кукуруза, кориандр
Лен-долгунец	Многолетние травы, зернобобовые, картофель, кукуруза на силос, озимые по многолетним травам
Конопля	Многолетние травы, зернобобовые, пропашные культуры

Рис	Люцерна, зернобобовые, кукуруза, озимые зерновые
Табак и махорка	Озимые зерновые, многолетние травы, зернобобовые, кукуруза
Хлопчатник	Люцерна, кукуруза, зернобобовые
Многолетние травы	Подсев под яровые зерновые под однолетние травы, под озимые зерновые или чистый посев после пропашных или зерновых культур
Однолетние травы	Яровые зерновые, пропашные
Кормовые корнеплоды	Озимые и яровые зерновые, кукуруза, картофель
Промежуточные культуры	Озимые и ранние яровые зерновые культуры, однолетние травы на корм и другие культуры, рано освобождающие поля

Перечень предшественников основных культур приведен в порядке убывания их ценности — от лучших к удовлетворительным. Но в зависимости от зональных условий, уровня интенсификации земледелия ценность предшественников может меняться. Например, в засушливой зоне многолетние травы как иссушающие почву нельзя отнести к лучшим предшественникам пшеницы, однако в условиях достаточного увлажнения они для этой культуры стоят в ряду лучших предшественников.

При высоком уровне агротехники озимая пшеница, идущая по пласту многолетних трав, может быть лучшим предшественником для гречихи или проса, чем пропашные культуры, не обеспеченные соответствующим уровнем агротехники и идущие по колосовым культурам. Не все пропашные культуры служат лучшими предшественниками для яровой пшеницы. Например, сахарная свекла или подсолнечник как иссушающие почву предшественники менее ценны, чем зернобобовые или озимая пшеница, идущая по чистому пару. Кроме того, подсолнечник неприемлем как предшественник яровой пшеницы или другой колосовой культуры из-за возможности сильного засорения их посевов падалицей.

При выборе лучших предшественников, следуя принципу периодичности, учитывают период возврата сельскохозяйственных культур на прежнее место выращивания.

3.2.1. ПОЛЕВЫЕ СЕВОБОРОТЫ

Полевые севообороты часто имеют наиболее универсальный характер, так как в них помимо зерновых культур возделывают зернобобовые, технические и кормовые культуры. Большой набор культур, возделываемых в европейской части страны, определяет и относительно большую продолжительность ротации полевых севооборотов. Например, в крупных хозяйствах Центрально-Черноземной зоны, Кубани, Юго-Востока полевой севооборот обычно имеет 9—10-летнюю ротацию, а иногда 11—12-летнюю. Несколько меньше продолжительность ротации полевых севооборотов в Нечерноземной зоне России — обычно 6—8-летняя. Однако в

практике земледелия восточных районов страны с ограниченным набором возделываемых культур распространены короткоротационные севообороты — 4—5-летние.

Вся ротация многопольного полевого севооборота может быть представлена в виде отдельных звеньев, соединенных между собой. *Звеном севооборота* называется часть севооборота, состоящая из двух-трех культур или из чистого пара и одной-двух культур.

Обычно звено севооборота состоит из 2—3 разнородных культур и начинается с лучшего предшественника для одной из важнейших продовольственных или технических культур.

Построение любого севооборота начинают с разработки севооборотных звеньев. После определения общего количества полей из числа культур, входящих в состав структуры посевных площадей, выделяют поля с наиболее важными продовольственными техническими культурами. Под них выбирают лучшие предшественники. Полученные таким способом звенья и становятся основой будущего севооборота.

Полевые севообороты могут включать паровые, зерновые, пропашные и травяные звенья. Особое место занимают выводные поля севооборота.

Паровое звено севооборота. Основой парового звена является чистый пар. Наиболее распространены следующие паровые звенья: пар—озимые—озимые; пар—озимые—яровые зерновые; пар—яровые зерновые—яровые зерновые; пар—озимые; пар—яровые зерновые.

Зернопаровые севообороты часто являются разновидностью паровых звеньев. В засушливых юго-восточных и восточных районах России распространены 4- и 5-польные зернопаровые севообороты с одним полем чистого кулисного пара, 2—3 полями яровой пшеницы и одним сборным полем зерновых бобовых и крупяных культур или полем зернофуражных культур. Четырехпольный зернопаровой севооборот состоит из зернопарового звена с повторным возделыванием пшеницы и одного поля зернофуражных культур: 1 — чистый пар кулисный, 2,3 — яровая пшеница, 4 — ячмень.

В таких севооборотах удельный вес зерновых вместе с зерновыми бобовыми и крупяными культурами может достигать 75—80 % общей площади пашни. Это отвечает ярко выраженной зерновой специализации земледелия восточных районов страны, поставляющих товарное зерно сильных сортов яровой пшеницы.

Зерновое звено севооборота. Его основой обычно является ведущая продовольственная культура — пшеница или рожь и предшественник из числа зерновых бобовых или крупяных культур сплошного посева. Например, горох—озимая пшеница, горох—яровая пшеница, зерновая бобовая—озимая рожь, гречиха—яровая пшеница, просо—яровая пшеница. Сюда же можно отнести и зерновые звенья с зернофуражными культурами: гречиха—ячмень, просо—овес и т.д.

Зерновые звенья дополняют паровое звено и позволяют построить севооборот зерновой специализации. Например: / — чистый пар, 2—3 — яровая пшеница, 4 — просо, 5 — яровая пшеница. В других чередованиях они позволяют эффективно реализовать принципы плодосмена, совместимости, специализации и другие принципы построения севооборотов.

Пропашное звено севооборота. Основой пропашного звена являются пропашные культуры — картофель, кукуруза, сахарная свекла и другие, которые в полевых севооборотах идут как предшественники зерновых, зерновых бобовых, крупяных культур. Например: картофель — ячмень; кукуруза — горох — озимая пшеница; кукуруза на силос — озимая пшеница; сахарная свекла — ячмень и т.д.

Сочетание паровых, зерновых и пропашных звеньев образует различные схемы зернопаропропашных севооборотов. Самая простая из них: 7 — чистый пар, 2 — зерновые, 3 — пропашные, 4 — зерновые, в которой 50 % зерновых, обеспеченных наилучшими предшественниками. По эффективности эта схема чередования не уступает плодосмену. Другое сочетание дает схему севооборота с пятью полями и увеличением доли зерновых культур до 60 %: 7 — чистый пар, 2—3 — зерновые, 4 — пропашные, 5 — зерновые. Но в шестипольном чередовании доля зерновых увеличивается на основе сочетания парового и пропашного звеньев до 66,7 %: 7 — чистый пар, 2—3 — зерновые, 4 — пропашные, 5—6 — зерновые. Ротация такого севооборота может быть удлинена за счет третьего зернового звена: 7 — пар, 2—3 — зерновые, 4 — зерновые бобовые или крупяные, 5 — зерновые, 6 — пропашные, 7—8 — зерновые.

Сочетание этих трех звеньев с различным количеством полей зерновых, зерновых бобовых и крупяных культур и с дополнением их полями технических, кормовых культур предоставляет неограниченные возможности для реализации в полевых севооборотах самых разных структур посевных площадей.

В зависимости от почвенно-климатических условий в качестве основных зерновых культур в паровых, зерновых и пропашных звеньях полевых севооборотов могут быть использованы или озимые, или яровые зерновые культуры. В Нечерноземной, лесостепной и степной зонах европейской части России, на Северном Кавказе пшеница в этих звеньях представлена в основном озимой формой. В восточных районах страны — Южный Урал, Зауралье, Западная Сибирь, Алтай — эта культура распространена в яровой форме.

На Юго-Востоке, в Среднем и Нижнем Поволжье, в некоторых лесостепных районах Российской Федерации озимые зерновые культуры сочетают с посевами яровой пшеницы. В этом случае озимую пшеницу или рожь размещают по чистому пару, а яровую пшеницу — после пропашных и озимых культур. Например: 7 — чистый пар кулисный, 2 — озимые, 3 — яровая пшеница, 4 — пропашные, 5 — яровая пшеница, 6 — яровые зернофуражные (ячмень или овес). На Северном Кавказе возделывают озимую форму ячменя, а

удельный вес озимых пшеницы и ячменя в полевых 10—12-польных севооборотах может достигать 50 %. При наличии в таких севооборотах двух или трех пропашных звеньев озимые зерновые могут размещаться и по рано убираемым пропашным предшественникам — например, после кукурузы на силос.

Травяное звено полевого севооборота. Основой травяного звена являются посевы многолетних трав — клевера, люцерны и их смесей с тимофеевкой, овсяницей, житняком и другими многолетними злаковыми травами. Многолетние травы в полевых севооборотах обычно используют на корм и семена в течение 2—3 лет. В Нечерноземной зоне, в других районах достаточного увлажнения и на орошаемых землях они широко распространены как хорошие предшественники для озимой пшеницы и озимой ржи. Для льна-долгунца лучшими предшественниками являются клевер и клеверозлаковые смеси.

Наиболее распространены следующие травяные звенья: 1—2 — многолетние травы, 3 — озимые; 7—2 — многолетние травы, 3 — лен-долгунец. Но так как последствие пласта многолетних трав проявляется два-три года, то могут быть четырехлетние варианты: 1—2 — многолетние травы, 3 — озимые, 4 — лен-долгунец (по обороту пласта); 7—2 — многолетние травы, 3 — озимые, 4 — яровые зерновые. Часто оборот пласта многолетних трав используют для размещения пропашных культур: 1—2 — многолетние травы, 3 — озимые, 4 — пропашные (картофель, кукуруза, сахарная свекла и др.). Но в этом случае поле пропашной культуры является как бы переходным к другому звену — пропашному.

Травяные звенья — составная часть широко распространенных в районах достаточного увлажнения зернотравянопропашных или плодосменных севооборотов.

В южных районах страны в полевых севооборотах широко применяют травяное звено с люцерной: 7—2 — люцерна, 3 — озимая пшеница, 4 — яровые зернофуражные; 7—2 — люцерна, 3—4 — озимая пшеница (повторно); 7 — люцерна (выводное поле), 2 — озимая пшеница. Как и в других зонах, здесь оборот пласта многолетней травы (люцерны) часто используют под посевы пропашных культур: 7—2 — люцерна, 3 — озимая пшеница, 4 — кукуруза или сахарная свекла.

На орошаемых землях Закавказья травяное звено с люцерной — важная часть *люцерновых севооборотов*. 2—3-летнее использование люцерны в 7—8-польных севооборотах позволяет успешно возделывать хлопчатник бессменно в течение 4—5 лет.

Выводное поле севооборота. Выводным полем называют поле севооборота, временно выведенное из общего чередования и занятое несколько лет одной из культур севооборота.

Необходимость в выводном поле определяется хозяйственной целесообразностью длительного использования посевов многолетних трав при структуре посевных площадей, позволяющей иметь

только одно их поле. Например, при следующем чередовании: 1 — люцерна, 2 — озимая пшеница, 3 — кукуруза, 4 — ячмень, 5 — чистый пар, 6 — озимая пшеница с подсевом люцерны; для осуществления шестилетней ротации необходимо каждый год распахать люцерну и каждый год подсевать ее под озимую пшеницу. Но люцерна имеет максимальную урожайность на 2—3-й год пользования, и ее распашка в первый год по этой причине нецелесообразна. Кроме того, ежегодный посев люцерны увеличивает расходы на ее семена.

С другой стороны, при оставлении люцерны в севообороте, например, на три года, а значит, и на трех полях севооборота под нее требуется 50 % площади пашни, что противоречит структуре посевных площадей, которая предусматривает лишь 16,7 % площади пашни под люцерной.

Выведение из севооборотного чередования поля с люцерной на несколько лет позволяет разрешить это противоречие. В нашем примере люцерна может быть выведена из севооборота в виде выводного поля на срок от 2 до 6 лет. Если, например, продолжительность использования люцерны три года, то каждые три года поля, занятые посевом люцерны, поочередно будут выводиться из севооборота. В течение этого времени ротация севооборота будет проходить на оставшихся пяти полях по схеме: 1 — озимая пшеница, 2 — кукуруза, 3 — ячмень, 4 — чистый пар, 5 — озимая пшеница. На третий год ротации на одном из полей пшеницы проводят подсев люцерны, и со следующего, четвертого года ротации это поле с люцерной выводят на три года из севооборота. Одновременно поле, которое как выводное три года было занято люцерной, распахивают под посев озимой культуры, и оно включается в ротацию без люцерны. Так поступают с каждым полем севооборота через каждые три года.

Схема чередования культур в этом севообороте с выводным полем люцерны представлена в таблице 26. Из нее видно, что общая ротация севооборота составляет 18 лет. Она состоит из трех ротаций пятилетнего чередования без люцерны и трехлетнего использования люцерны на каждом из шести полей.

Необходимо отличать выводное поле от запольного участка. Если выводное поле выводят из севооборота на несколько лет и потом обязательно возвращают в севооборотное чередование, то запольный участок по землеустроительному плану исключают из севооборотных площадей на длительный период. Запольные участки используют для длительных бессменных посевов кукурузы на силос, для возделывания многолетних кормовых культур — борщевика Сосновского, гречихи Вейриха, многолетнего люпина и др. Запольные участки часто дополняют кормовые прифермские севообороты и являются элементом зеленого конвейера.

26. Ротационная таблица 6-польного севооборота (1 — пар чистый, 2 — озимые с подсевом люцерны, 3 — люцерна, 4 — озимые, 5 — кукуруза, 6 — ячмень) с выводным полем люцерны трехгодичного использования

Год	№ поля и культуры					
	I	II	III	IV	V	VI
1997	Люцерна 1-го г.п.	Озимые	Кукуруза	Ячмень	Пар	Озимые
1998	Люцерна 2-го г.п.	Кукуруза	Ячмень	Пар	Озимые	Озимые
1999	Люцерна 3-го г.п.	Ячмень	Пар	Озимые	Озимые с подсевом люцерны	Кукуруза
2000	Озимые	Пар	Озимые	Озимые	Люцерна 1-го г.п.	Ячмень
2001	Кукуруза	Озимые	Озимые	Кукуруза	Люцерна 2-го г.п.	Пар
2002	Ячмень	Озимые с подсевом люцерны	Кукуруза	Ячмень	Люцерна 3-го г.п.	Озимые
2003	Пар	Люцерна 1-го г.п.	Ячмень	Пар	Озимые	Озимые
2004	Озимые	Люцерна 2-го г.п.	Пар	Озимые	Кукуруза	Кукуруза
2005	Озимые	Люцерна 1-го г.п.	Озимые	Озимые с подсевом люцерны	Ячмень	Ячмень
2006	Кукуруза	Озимые	Озимые	Люцерна 1-го г.п.	Пар	Пар
2007	Ячмень	Кукуруза	Кукуруза	Люцерна 2-го г.п.	Озимые	Озимые
2008	Пар	Ячмень	Ячмень	Люцерна 3-го г.п.	Озимые	Озимые с подсевом люцерны
2009	Озимые	Пар	Пар	Озимые	Кукуруза	Люцерна 1-го г.п.
2010	Озимые	Озимые	Озимые	Кукуруза	Ячмень	Люцерна 2-го г.п.
2011	Кукуруза	Озимые	Озимые с подсевом люцерны	Ячмень	Пар	Люцерна 3-го г.п.
2012	Ячмень	Кукуруза	Люцерна 1-го г.п.	Пар	Озимые	Озимые
2013	Пар	Ячмень	Люцерна 2-го г.п.	Озимые	Озимые	Кукуруза
2014	Озимые	Пар	Люцерна 3-го г.п.	Озимые	Кукуруза	Ячмень

Значительную часть посевов кормовых культур — многолетних и однолетних трав, силосных и других — размещают в полевых севооборотах. При чередовании с зерновыми, техническими и иными культурами, бобовые кормовые культуры, кукуруза и другие пропашные кормовые служат важными элементами плодосмена в полевых севооборотах. Однако при концентрации и специализации животноводства возникает необходимость в создании кормопроизводства как специализированной отрасли земледелия, обеспечивающей животноводство грубыми, сочными и другими кормами. Этой задаче отвечает отведение значительных массивов пашни для размещения кормовых севооборотов.

Большое разнообразие возделываемых на пашне кормовых культур позволяет не только обеспечить необходимый для животноводства ассортимент кормов, но и разработать кормовые севообороты с самой разной структурой посевных площадей.

Кормовые севообороты делят на два подтипа — прифермские и сенокосно-пастбищные. В зависимости от специализации животноводства, типа кормления, поголовья скота, почвенно-климатических условий кормопроизводство может базироваться на сочетании этих подтипов севооборотов с производством кормов в полевых, специальных севооборотах, на запольных участках и на естественных кормовых угодьях. Различные сочетания этих источников кормов определяют структуру посевных площадей в кормовых севооборотах.

При всем многообразии кормовых севооборотов по видовому составу и чередованию культур современная теория построения севооборотов имеет ряд общих принципов.

1. Кормовые севообороты должны соответствовать принятой в хозяйстве структуре посевных площадей и удовлетворять потребностям животноводства в основных видах кормов как по количеству, так и по их ассортименту и качеству.

2. При подборе кормовых культур предпочтение необходимо отдавать тем видам, которые в данных почвенно-климатических условиях обеспечивают наибольший выход кормов с единицы площади пашни при наименьшей себестоимости одной кормовой единицы и пригодны для прогрессивной технологии возделывания, заготовки, приготовления и раздачи кормов.

3. При определении видового состава культур в кормовых севооборотах необходимо ограничивать их набор и отдавать предпочтение культурам универсального типа — многолетним травам и другим, пригодным для производства кормов (зеленых, грубых, силосных, концентрированных).

4. Структура посевных площадей, видовой состав культур в кормовых севооборотах, сроки их посева, уборки или скармливания должны способствовать обеспечению животноводства зеленым

конвейером при различных способах содержания и кормления животных.

5. В районах достаточного увлажнения и на орошаемых землях необходимо широко использовать посевы промежуточных культур.

6. Организация кормовых севооборотов, подбор кормовых культур, технология их возделывания и заготовки кормов должны обеспечивать простое и расширенное воспроизводство плодородия почвы, защиту ее от эрозии, а окружающей среды от загрязнения.

Принципы построения кормовых севооборотов тесно взаимосвязаны и близки построению полевых и специальных типов севооборотов.

Наибольшее распространение получили кормовые севообороты *прифермского* подтипа. Прифермские севообороты по структуре посевных площадей отличаются от севооборотов полевого типа тем, что в них малая доля или вообще отсутствуют посевы зерновых культур, но высокий удельный вес пропашных культур — кукурузы, кормовых корнеплодов, картофеля.

В прифермские севообороты включают посевы многолетних и однолетних трав, промежуточных культур, но, как правило, они не имеют чистых паров. Наиболее распространены следующие виды прифермских севооборотов: *пропашные, травянопропашные, плодосменные (зернотравянопропашные), зернопропашные*.

Прифермские севообороты могут состоять из пропашных и травяных звеньев. Например: 1—2 — многолетние травы, 3 — пропашные; 1—2 — многолетние травы — озимые промежуточные культуры на корм, 3 — пропашные; 1 — однолетние травы с подсевом многолетних трав, 2—3 — многолетние травы; 1 — пропашные, 2 — яровые зернофуражные; 7 — пропашные (кукуруза на силос), 2 — пропашные (кормовые корнеплоды и картофель) и т.д.

Прифермские севообороты обычно имеют непродолжительную ротацию (от 3 до 5—6 лет) и располагаются вблизи ферм на высокоплодородных, хорошо удобряемых и не подверженных эрозии почвах. Последнее обстоятельство важно в связи с тем, что в прифермских севооборотах высок удельный вес пропашных культур и часто пропашные идут по пропашным. Это обычно требовательные и высокопродуктивные кормовые культуры (кукуруза на силос и зеленый корм, кормовые корнеплоды), которые вместе с промежуточными культурами на высоком фоне удобрений и при орошении обеспечивают получение до 10 тыс. кормовых единиц с 1 га пашни.

Результаты исследований Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева показали, что при насыщении четырехпольного прифермского севооборота пропашными кормовыми культурами с 25 до 100 % без орошения на подмосковных дерново-подзолистых суглинистых почвах при одновременном повышении агрофона продуктивность севооборота увеличивается более чем в 2 раза (табл. 27).

27. Продуктивность прифермских севооборотов при различном насыщении их пропашными культурами (по Воробьеву)

№ сево-оборота	Соотношение, % культур,			Сбор корм. ед. (в среднем за ротацию)					
	пропаш-ные	зерно-вые	бобо-вые	без удобрений		одинаковое коли-чество удобрений		удобрения по вы-носу питательных веществ	
				т/га	%	т/га	%	т/га	%
1	25	50	25	3,06	100	4,15	100	4,15	100
2	50	25	25	3,16	100,3	4,34	104,6	4,70	113,3
3	75	25	—	4,25	138,9	6,28	151,3	7,18	173,0
4	100	—	—	4,49	146,7	6,52	157,1	7,69	185,3

На связных почвах центральных областей Нечерноземной зоны в пригородных хозяйствах применяют 3—4—5-польные прифермские пропашные севообороты: / — кукуруза на силос, 2 — кормовые корнеплоды, 3 — силосные ранние, 4 — озимые зерновые; 1—2 — кукуруза, 3 — кормовые корнеплоды; / — однолетние травы с подсевом клевера, 2 — клевер, 3 — картофель, 4 — кормовые корнеплоды, 5 — кукуруза на силос. На легких почвах этого региона используют такой прифермский севооборот: 1 — кукуруза на зеленый корм или силос + озимые промежуточные культуры на зеленый корм, 2 — люпин на зеленый корм, 3 — кормовые корнеплоды и картофель, 4 — зернофуражные.

В пропашных прифермских севооборотах удельный вес пропашных культур обычно более 50 %.

В районах достаточного увлажнения, а также на орошаемых землях лесостепной и степной зон разнообразные виды кормов производят также в прифермских севооборотах травянопропашного вида. Для такого севооборота характерна примерно одинаковая площадь посевов пропашных культур, многолетних и однолетних трав.

Эти культуры группируют в севообороте так, чтобы образовалось два периода ротации — травяной и пропашной. Например: / — однолетние травы на корм с подсевом многолетних трав, 2—3 — многолетние травы, 4 — кукуруза на силос, 5 — кормовые корнеплоды, 6 — кукуруза на силос. Или: 1 — однолетние травы на корм с подсевом многолетних трав, 2—3 — многолетние травы, 4 — кукуруза на силос, 5 — кормовые корнеплоды и картофель, 6 — однолетние травы на зеленый корм + поукосные промежуточные культуры на корм.

При использовании многолетних трав в прифермских севооборотах необходимо правильно выбрать покровную культуру для их подсева. На плодородных прифермских полях зерновые культуры обычно дают высокую урожайность, и подсев под них связан с опасностью полного выпадения или сильного изреживания многолетних трав.

Поэтому в прифермских севооборотах многолетние травы подсевают под покров культур, рано освобождающих поле, — однолет-

них трав на зеленый корм (вика—овес) или озимых промежуточных культур (озимая рожь на зеленый корм). ВНИИ кормов рекомендует подсев люцерны в кукурузу на зеленый корм после одной-двух культивации междурядий.

Применение травянопропашных прифермских севооборотов требует также правильного использования пласта многолетних трав под пропашные культуры. Оптимальным является размещение после многолетних трав кукурузы и других силосных культур, которые хорошо потребляют азот, накопленный бобовым предшественником, и не полегают. По обороту пласта лучше размещать кормовые корнеплоды, картофель. Пласт многолетних трав хорошо используют кормовые культуры из семейства капустных: рапс, кормовая капуста, турнепс, брюква и др.

Травяной период прифермского травянопропашного севооборота часто используют для организации временных пастбищ. С этой целью период выращивания многолетних трав увеличивают до 3—4 лет и, начиная со второй половины второго года пользования, посевы многолетних трав используют для выпаса скота.

Для более длительного использования многолетних трав их можно вывести из кормового севооборота в выводное поле или увеличить число полей, занятых ими в севообороте, до 3—4. Тогда можно будет построить чередование травянопропашного севооборота с увеличенным травяным периодом: 1 — однолетние травы на корм с подсевом сложных смесей многолетних трав, 2—5 — многолетние травы, 6 — кукуруза на силос, 7 — кормовые корнеплоды.

Такие севообороты используют в животноводческих хозяйствах молочного направления при стойлово-пастбищном содержании скота.

Для организации зеленого конвейера и получения травяной муки в свинооткормочных и других хозяйствах применяют кормовые севообороты с посевами промежуточных культур: 1 — однолетние травы с подсевом многолетних трав, 2—5 — многолетние травы, 6 — озимая рожь на корм с двумя сроками скашивания + поукосные посевы однолетних трав, 7 — райграс однолетний с разными сроками скашивания или 1 — однолетние травы с подсевом многолетних трав, 2—5 — многолетние травы, 6 — озимая рожь на зеленый корм + поукосный посев кормовой капусты, 7 — однолетние травы + подсева райграс однолетний.

Часто в прифермских севооборотах целесообразно использование хорошего действия и последствия пласта многолетних трав, пропашных для получения высоких урожаев зернофуражных и других зерновых культур. В этом случае изменяется структура посевных площадей, и травянопропашные севообороты преобразуются в зернотравянопропашные со всеми признаками плодосмена и с удлинением ротации до 8 лет: 1—2 — многолетние травы, 3 — озимые зерновые, 4 — кукуруза на силос, 5 — яровые зерновые, 6 — кормовые корнеплоды и картофель, 7 — яровые зерновые, 8 — однолет-

ние травы на корм с подсевом многолетних трав или 1—2— многолетние травы, 3— кукуруза на силос, 4—картофель и кормовые корнеплоды, 5— яровые зерновые, 6— кукуруза на силос, 7— яровые зерновые, 8— однолетние травы на корм с подсевом многолетних трав.

Зернопропашные прифермские севообороты обычно имеют короткую ротацию, при которой кормовые пропашные и зерновые культуры занимают примерно одинаковую площадь и чередуются друг с другом. Например: / — кукуруза на силос, 2— зерновые, 3— кормовые корнеплоды и картофель, 4— зерновые. В зернопропашных севооборотах нет многолетних трав, но могут быть однолетние травы или зерновые бобовые как предшественники озимых зерновых культур: / — однолетние травы или зернобобовые, 2— озимые зерновые, 3—4— кукуруза на силос, 5—яровые зерновые, 6— кормовые корнеплоды и картофель.

Сенокосно-пастбищный подтип кормовых севооборотов предназначен для производства сена и зеленого пастбищного корма. Его основа — посевы многолетних трав длительного использования, которые преобладают в структуре посевных площадей *травопольного* или *многопольно-травяного* севооборота. Простейший пример такого севооборота: 1—7— многолетние травы, 8— однолетние травы с подсевом многолетних трав.

Сенокосно-пастбищные севообороты дополняют прифермские. Их размещают на луговых угодьях в поймах рек, на осушенных болотах, а также на нижней части склонов пахотных земель при создании культурных лугов и пастбищ.

Эффективность и длительность использования многолетних трав в сенокосно-пастбищных севооборотах зависят от многих условий — почвенных, гидрологических, агротехнических, способов использования и др.

На почвах плотного сложения недренированных участков для многолетних трав складываются анаэробные условия. Их отрицательное влияние на рост и развитие многолетних трав с каждым годом усиливается. Это приводит к изменению состава травостоя, снижению урожая и ухудшению качества кормов. Продолжительность использования многолетних трав на таких участках не превышает 7 лет.

Но на хорошо дренированных почвах при внесении удобрений, орошении и периодическом подсеве многолетних трав и соответствующем уходе их можно использовать в течение 20—30 лет. На таких участках создаются долгодетные культурные пастбища и сенокосы высокой продуктивности.

Для длительного использования в сенокосно-пастбищных севооборотах эффективны сложные (многокомпонентные) смеси многолетних бобовых и злаковых трав (из 4—5 и более видов). Состав смесей определяется из числа районированных сортов с учетом их урожайности, пригодности для сенокосного и пастбищного использования и качества кормовой продукции.

Многокомпонентные смеси более устойчивы к многократному скашиванию или стравливанию, неблагоприятным условиям перезимовки или нарушению водного режима в летние периоды, к механическому воздействию кормозаготовительной техники или вытаптыванию скотом.

В первые два года жизни многолетние травы имеют еще недостаточно плотную дернину и существует опасность их вытаптывания скотом. Поэтому в это время их используют как сенокосы для заготовки сена, сенажа, травяной муки и только с третьего года жизни — под пастбище. С этой целью в сенокосно-пастбищных севооборотах ежегодно выделяют несколько полей с многолетними травами, которые используют как переменные пастбища краткосрочного пользования — от 2 до 5 лет.

Таким образом, сенокосно-пастбищное использование многолетней травы длится 4—7 лет. За это время на поле образуется мощная дернина, под воздействием многолетних трав улучшается структура почвы, увеличиваются запасы органического и питательных веществ в почве, улучшаются другие показатели ее плодородия. Но анаэробные условия в уплотненной почве, физиологическое старение многолетних трав приводят к изреживанию и ухудшению состава травостоя, в котором с каждым годом увеличивается число сорных растений.

Поэтому через 4—7 лет использования многолетних трав поле распахивают и в течение нескольких лет на нем возделывают однолетние культуры.

Таким образом, ротацию сенокосно-пастбищного севооборота можно разделить на два периода — луговой и полевой. В *луговом периоде* поле занимают многолетними травами, в *полевом периоде* — однолетними культурами. Продолжительность лугового периода 3—7 лет, полевого — 2—4 года.

В качестве однолетних культур в таких севооборотах можно возделывать полевые, кормовые и технические культуры. На прилегающих к фермам полях это могут быть кукуруза на силос, кормовые корнеплоды, однолетние травы, на отдаленных полях — зерновые культуры, однолетние травы, лен-долгунец. В первом случае может быть следующее чередование: 1—7— многолетние травы, 8— кукуруза на силос, 9— кормовые корнеплоды, 10— однолетние травы с подсевом многолетних трав. Для отдаленных массивов и на эрозийно опасных землях пригоден другой вариант лугопастбищного севооборота: 1—7— многолетние травы, 8— озимые зерновые, 9— лен-долгунец и яровые зерновые, 10— однолетние травы с подсевом многолетних трав.

Оценку кормовых севооборотов проводят по выходу с 1 га пашни кормовых единиц, сырого протеина, особенно ценных аминокислот, каротина и других витаминов при одновременном определении себестоимости одной кормовой или кормопротеиновой единицы.

При наличии в кормовых севооборотах зерновых, технических и других культур проводят общую денежную оценку продукции в среднем с 1 га площади пашни по ценам, сложившимся на данный момент на рынках сбыта. Такая оценка может быть дополнена энергетической оценкой по затратам энергии на единицу продукции.

3.2.3. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СЕВООБОРОТЫ

Специальные севообороты подразделяются на следующие подтипы: *овощные, овошекормовые, бахчевые, рисовые, конопляные, табачные и махорочные, земляничные и плодопитомнические, лекарственные и эфиромасличные, почвозащитные.*

Овощные севообороты. Это наиболее распространенный подтип специальных севооборотов. В таких севооборотах вся или большая часть пашни занята овощными культурами.

В разных зонах нашей страны набор овощных культур существенно различается. В Нечерноземной зоне и в Сибири, с ограниченными ресурсами тепла, весь их ассортимент состоит из трех основных культур — капусты белокочанной, свеклы столовой и моркови. В лесостепной и степной зонах европейской части страны набор овощных культур расширяется за счет теплолюбивых томата, огурца, перца, баклажана, лука и некоторых других.

Овощные относятся к культурам интенсивного земледелия. Успешное их возделывание возможно только на фоне высоких доз органических и минеральных удобрений с использованием орошения. Большинство из них входит в группу пропашных культур с высокими требованиями к теплу, свету, влаге и пище.

В то же время овощные культуры сильно повреждаются болезнями, вредителями, обладают малой конкурентной способностью по отношению к сорным растениям, особенно в первоначальный период роста и развития. Если с помощью удобрений, орошения, многочисленных обработок почвы до посева и во время роста овощных культур относительно легко устранить химические и физические причины их чередования, то биологические факторы, в первую очередь болезни и вредители, являются основной причиной снижения урожая овощных культур при повторных и бессменных их посевах.

Кроме того, на чередование овощных культур большое влияние оказывают особенности их биологии и технологии возделывания — питание, ранние или поздние сроки посева и уборки, интенсивность и продолжительность роста и прохождения основных фаз развития, характер распространения корневых систем и т.д.

Например, капуста белокочанная и другие виды капустных растений потребляют большое количество азота, хорошо отзываются на высокие дозы свежего навоза с большим содержанием азота.

В то же время томат, перец, баклажан, лук страдают от избыточного азотного питания. Поэтому их лучше размещать по обороту

пласта многолетних трав или после культур, под которые вносили свежий навоз. Под овощные культуры вносят Перепревший навоз.

Избыток азота отрицательно влияет на формирование плодов томата, перца, луковиц лука, чеснока и на их лежкость. При избыточном азотном питании в овощной продукции накапливаются нитраты в количестве, превышающем предельно допустимые концентрации (ПДК).

Чередование капусты белокочанной, моркови, столовой свеклы и других овощных культур, имеющих глубокопроникающую корневую систему, с огурцом, луком и другими культурами с поверхностной корневой системой позволяет лучше использовать плодородие почв.

Построение овощных севооборотов основано на следующих принципах:

1. Для предотвращения накопления на овощных плантациях специализированных вредителей, болезней и сорных растений не допускается повторное возделывание овощных культур одного вида или одного семейства — капустных по капустным, пасленовых по пасленовым и т.д.

2. В овощных севооборотах при смене культур необходимо учитывать особенности питания каждой культуры и его влияния на качество и лежкость овощной продукции.

3. Чередование овощных культур должно учитывать возможность корнесмена на полях.

4. Смена овощных культур с разными сроками посева и уборки урожая должна обеспечивать возможность своевременной подготовки поля для возделывания последующей культуры и ее защиты от вредителей, болезней и сорных растений.

5. При чередовании овощных культур по полям севооборота следует создавать оптимальные условия для использования эффективных систем орошения, обработки почвы, удобрения, защиты почвы от эрозии и окружающей среды от загрязнения.

На основе многочисленных научных исследований и производственного опыта определены предшественники овощных и бахчевых культур по основным зонам страны (табл. 28).

28. Предшественники овощных и бахчевых культур

Культура	Предшественники		
	хорошие	удовлетворительные	плохие
<i>Нечерноземная зона</i>			
Капуста белокочанная, цветная, кольраби и др.	Многолетние травы, бобовые, сидеральный пар, картофель ранний	Оборот пласта многолетних трав, морковь, килоустойчивые сорта капусты	Капуста и другие капустные растения, свекла столовая и кормовая
Морковь	Однолетние травы, капуста, картофель ранний	Свекла столовая и кормовая	Морковь

Культура	Предшественники		
	хорошие	удовлетворительные	плохие
Свекла столовая	Однолетние травы, морковь, картофель	Капуста	Свекла столовая и кормовая
Картофель	Капуста, однолетние травы	Морковь, свекла столовая, оборот пласта	Картофель

Лесостепная и степная зоны европейской части России

Капуста белокочанная и др.	Многолетние травы, озимая пшеница, лук, огурец, томат	Картофель, оборот пласта	Капустные
Томат, баклажан, перец, картофель	Огурец, капуста, озимая пшеница, многолетние травы, кукуруза на силос, зеленные	Лук, оборот пласта многолетних трав, бобовые, горох овощной	Картофель и другие пасленовые
Огурец, кабачок	Капуста, томат, картофель, бобовые	Лук, оборот пласта многолетних трав, зеленные	Огурец, кабачок
Лук, чеснок	Картофель, томат, огурец, озимая пшеница	Морковь, капуста, оборот пласта многолетних трав	Лук, чеснок, многолетние травы
Фасоль, бобы овощные, горох овощной	Томат, огурец, картофель, лук, зеленные	Морковь, свекла столовая, капуста	Бобовые культуры, многолетние травы
Морковь	Капуста, томат, огурец, картофель	Свекла столовая, морковь	—
Свекла столовая	Картофель, томат, лук, морковь	Капуста	Свекла столовая и кормовая
Арбуз, дыня, тыква	Многолетние травы, озимые зерновые по чистому пару	Кукуруза на силос, зерновые бобовые, сорго	Бахчевые

Западная Сибирь и Алтай

Капуста белокочанная и др.	Морковь, огурец, оборот пласта многолетних трав, чистый пар	Лук, томат	Капуста и другие капустные
Томат	Лук, морковь, огурец, многолетние травы	Капуста	Томат, пасленовые
Огурец	Лук, капуста, картофель ранний, многолетние травы	Томат	Огурец
Морковь	Многолетние травы, лук, огурец	Капуста, морковь	Томат
Свекла столовая	Лук, огурец, однолетние травы	Томат, кукуруза на силос	Капуста, морковь
Лук, чеснок	Капуста, огурец, однолетние травы, оборот пласта многолетних трав, чистый пар	Лук (по чистому пару), оборот пласта многолетних трав	Многолетние травы, морковь
Бахчевые (арбуз, дыня, тыква)	Многолетние травы	Озимые по черному пару, кукуруза на силос, сорго, бахчевые	Яровая пшеница, зернофуражные культуры

Все многообразие овощных севооборотов сводится к наиболее распространенным их видам — *пропашному* и *травянопропашному*. Иногда встречается *паропропашной* вид овощного севооборота.

В условиях Нечерноземной зоны преобладают *травянопропашные* севообороты с ограниченным набором овощных культур, так как здесь томат, огурец и другие теплолюбивые культуры в открытом грунте не возделывают. А многолетние травы (клевер и его смеси с тимофеевкой, овсяницей) являются лучшими предшественниками для главной овощной культуры — капусты белокочанной.

Для этой зоны типично такое чередование: 1 — однолетние травы с подсевом многолетних трав, 2—3 — многолетние травы, 4 — капуста, 5 — морковь, 6 — картофель ранний, 7 — свекла столовая. В зависимости от специализации овощеводства и структуры посевных площадей этот травянопропашной севооборот может видоизменяться: / — однолетние травы с подсевом многолетних трав, 2—3 — многолетние травы, 4 — капуста, 5 — капуста килоустойчивая, 6 — морковь и свекла столовая.

Помимо многолетних и однолетних трав для создания оптимальных фитосанитарных условий в такие 6—7-польные севообороты вводят посевы промежуточных культур на корм и на зеленое удобрение.

По данным НИИ овощного хозяйства, промежуточные посевы гороха, люпина, фацелии на зеленое удобрение в овощном севообороте на дерново-подзолистых почвах Подмосковья улучшали физические и биологические свойства почвы, повышали коэффициент использования питательных веществ и увеличивали урожайность капусты с 67 до 77—87 т/га, или на 15—30 %. При этом содержание нитратов в капусте и в других овощных культурах снижалось более чем в 2 раза.

При высоком насыщении севооборотов овощными культурами применяют *пропашные* севообороты без многолетних трав с короткой ротацией. В этих севооборотах особое значение приобретают посевы промежуточных культур на зеленое удобрение и килоустойчивые сорта капусты: 1 — однолетние кормовые культуры + покосный сидерат (люпин, фацелия, горох и др.), 2 — капуста, 3 — морковь, 4 — капуста (килоустойчивые сорта), 5 — свекла столовая. При необходимости после моркови может быть введено поле картофеля раннего и севооборот станет 6-польным с улучшенным фитосанитарным эффектом.

На орошаемых легких почвах *Центрального района Нечерноземной зоны* (Московская, Брянская, Владимирская и другие области) для получения ранних овощей используют пропашные севообороты: 1 — зеленные овощи + сидерат (люпин) как вторая культура, 2 — капуста ранняя, 3 — картофель ранний, 4 — морковь, 5 — свекла столовая или / — лук на перо и другие зеленные овощи, 2 — капуста ранняя и цветная, 3 — морковь и столовая свекла, 4 — картофель ранний.

В лесостепной и степной зонах европейской части России ассортимент овощных расширяют за счет теплолюбивых культур — томата, огурца, перца, баклажана и др.

На плодородных черноземных почвах орошаемых овощных плантаций используют пропашные 6-польные севообороты: 7 — картофель ранний + промежуточная культура, 2 — огурец, 3 — томат, 4 — капуста, 5 — томат, 6 — лук на репку и столовые корнеплоды или 7 — озимая пшеница + промежуточная культура, 2 — огурец, 3 — капуста, 4 — томат, 5 — лук на репку и столовые корнеплоды, 6 — томат ранний. В последнем чередовании возможны замена раннего томата на поздний и включение после раннего томата овощного гороха (на зеленый горошек).

На слабокультуренных тяжелых почвах южных районов применяют травянопропашные овощные севообороты с двумя полями люцерны беспокровного посева и двумя полями томата: 1—2 — люцерна (беспокровный посев), 3 — капуста поздняя рассадная, 4 — томат, 5 — огурец, 6 — томат. В этом севообороте томат занимает 33,3 %, что свидетельствует о высоком уровне специализации хозяйства на производстве томатной продукции.

На старопахотных тяжелых почвах травянопропашного севооборота число полей можно увеличить до 8. Тогда 3 поля, или 37,5 % пашни, будет занято томатом, 2 поля — люцерной, остальные — различными овощами: 7—2 — люцерна беспокровного посева, 3 — томат, 4 — огурец, 5 — лук на репку и столовые корнеплоды, 6 — томат, 7 — капуста, 8 — томат.

Про возделывании томата с капустой предлагают 6-польный травянопропашной севооборот: 1—2 — люцерна беспокровного посева, 3 — капуста поздняя, 4 — томат, 5 — капуста поздняя, 6 — томат.

В отличие от овощных севооборотов Нечерноземной зоны в этом севообороте южной зоны возможно более частое возвращение капусты обычных сортов на одно и то же поле.

В Западной Сибири и на Алтае пригородные хозяйства вокруг крупных промышленных центров специализируются на производстве основных овощей в интенсивных пропашных севооборотах без многолетних трав. На высокоплодородных почвах рекомендуют 4—5-летние чередования: 7 — капуста, 2 — лук на репку, 3 — огурец, 4 — томат, 5 — морковь и свекла столовая, или 7 — капуста, 2 — лук на репку, 3 — морковь, 4 — томат, или 7 — капуста, 2 — лук на репку, 3 — огурец, 4 — картофель ранний. В этих севооборотах вся площадь пашни занята овощными культурами.

На слабокультуренных почвах удельный вес овощных культур снижают до 80—67 % и в 5—6-польные севообороты вводят посевы однолетних и многолетних трав, зерновых культур: 7 — зерновые с подсевом многолетних трав, 2 — многолетние травы, 3 — капуста, 4 — огурец, 5 — лук, 6 — томат или 7 — однолетние травы, 2 — капуста, 3 — огурец, 4 — лук, 5 — морковь.

При специализации хозяйств на производстве отдельных видов овощей возможны следующие севообороты:

капустные: 7 — капуста, 2 — огурец, 3 — капуста, 4 — лук, 5 — морковь (40 % капусты);

огуречные: 7 — капуста, 2 — огурец, 3 — лук, 4 — картофель ранний, 5 — огурец, 6 — свекла столовая и морковь (33 % огурца);

луковые: 7 — капуста, 2 — лук на репку, 3 — томат, 4 — огурец, 5 — лук на репку (40 % лука).

При избыточной засоренности полей сорняками без орошения можно использовать 4—5-польные паропропашные севообороты с одним полем чистого пара и 3—4 полями овощных культур. Например: 7 — чистый пар, 2 — лук, 3 — морковь, 4 — капуста. После капусты возможно возделывание томата с превращением севооборота в 5-польный.

Овощекормовые севообороты. В севооборотах этого подтипа производство овощей сочетают с производством кормов, главным образом зеленых, силосных и сочных. В основном это севообороты травянопропашного вида, в которые кроме овощных культур, многолетних и однолетних трав включают силосные культуры, кормовые корнеплоды и картофель средне- и позднеспелых сортов. Эти культуры могут занимать отдельные поля севооборота или входить в состав сборных полей вместе с овощными культурами.

На высокоплодородных почвах в районах достаточного увлажнения или при орошении эффективно следующее чередование овощекормовых севооборотов: 7 — однолетние травы с подсевом многолетних трав, 2—3 — многолетние травы, 4 — капуста поздняя, 5 — корнеплоды столовые, 6 — картофель, 7 — кукуруза на силос, 8 — кормовые корнеплоды или 1—4 — то же, что в приведенном примере, 5 — кукуруза на силос, 6 — картофель, 7 — морковь, 8 — свекла столовая и кормовая.

Бахчевые севообороты. Бахчевые культуры, в первую очередь арбуз, занимают значительные площади в районах Среднего, Нижнего Поволжья, Юго-Востока, Северного Кавказа. Тыкву, кроме того, возделывают в южных областях Нечерноземной зоны, в лесостепной и степной зонах как европейской части России, так и на востоке — в Зауралье, Западной Сибири, на Алтае и в прилегающих к ним районах.

Специальные севообороты этого подтипа бывают зернопаропропашного и травянопропашного видов. В зернопаропропашном севообороте бахчевые культуры возделывают два года подряд после озимой или яровой пшеницы, которые расположены по чистым парам: 1 — чистый пар, 2 — озимая пшеница, 3 — арбуз, 4 — дыня или тыква, 5 — зерновые бобовые, 6 — озимая пшеница, 7 — яровые зернофуражные или 7 — чистый пар, 2 — яровая пшеница, 5 — арбуз, 4 — дыня или арбуз, 5 — яровая пшеница, 6 — яровые зернофуражные.

В травянопропашных севооборотах бахчевые культуры размещают после трехлетнего использования люцерны или ее смесей с житняком: 7—3 — люцерна, 4 — арбуз, 5 — арбуз, 6 — зерновые с подсе-

вом люцерны или 1—3 — люцерна в смеси с житняком, 4 — арбуз, 5 — дыня или тыква, 6 — зерновые с подсевом смеси люцерны с житняком.

^ (Рисовые севообороты. Рис возделывают в нашей стране на Кубани, Дальнем Востоке, в низовьях Волги и Дона. Он имеет особую технологию возделывания в условиях затопления на обвалованных полях — рисовых картах и чеках.

Рис выдерживает бессменный посев в течение 2—3 лет. Но на 4—5-й год происходит резкое снижение его урожайности в результате заболачивания или засоления почвы, снижения в ней активности аэробной микрофлоры, накопления сероводорода и закисных соединений железа. Бессменное возделывание риса приводит также к сильному засорению карт и чеков сорняками, к обеднению почвы органическим веществом.

Поэтому 2—3-летнее повторное или бессменное возделывание риса прерывается возделыванием пропашных культур, многолетних и однолетних трав с посевами промежуточных культур на корм или зеленое удобрение.^/

С помощью глубоких обработок при возделывании этих культур почва хорошо аэрируется, а многолетние травы и зеленое удобрение восполняют потери органического вещества. В почве восстанавливается ее биота, поля очищаются от сорняков. Эти приемы выполняют и в агроландшафтном поле рисового севооборота, которое является особым видом занятого пара, предназначенного для проведения планировочных работ.

В рисосеющих хозяйствах Кубани, низовий Дона и Волги применяют *зернотравяные* и *зерновые* рисовые севообороты. Например: 1—2 — люцерна, 3—4 — рис, 5 — пар занятый (агроландшафтное поле), 6—7 — рис или 1—2 — люцерна^3—5 — рис, 6 — пар занятый (агроландшафтное поле), 7—8 — рис/Для повышения эффективности рисовых севооборотов здесь вводят посевы промежуточных культур на зеленое удобрение: 1 — занятый пар, 2—3 — рис + промежуточная культура на зеленое удобрение, 4 — рис.

На Дальнем Востоке используют такие же рисовые севообороты, как в европейской части страны. Кроме того, там встречаются зернопаропропашные рисовые севообороты с соей: / — чистый пар, 2—3 — рис, 4 — соя, 5—6 — рис.

^ Конопляные севообороты^ ециальные конопляные севообороты используют в среднерусской зоне коноплесения. В нее входят Орловская, Брянская, Калужская, Рязанская, Горьковская, Тамбовская, Пензенская, Ульяновская, Курская области, республики Мордовия, Башкортостан, Чувашия, Татарстан, а также Западная^ рбз?

Конопля — очень требовательная к питательным веществам и влаге культура. Поэтому ее посевы размещают на плодородных черноземных и других почвах речных долин, на осушенных торфяниках. Лучшие предшественники конопли — пропашные культуры,

озимые зерновые, многолетние травы. Но на плодородных почвах коноплю можно возделывать повторно без заметного снижения урожая после картофеля, клевера, кукурузы, гороха, люпина на силос (на легких почвах).

(Наиболее продуктивны конопляные 4—6-польные севообороты *пропашного, травянопропашного* и *плодосменного* видов, в которых конопля занимает не менее 50 % площади: / — картофель, 2 — конопля, 3 — кукуруза на силос, 4 — конопля, или / — картофель, 2 — конопля, 3 — зерновые бобовые, 4 — конопля, или 1—2 — многолетние травы, 3—4 — конопля, 5 — кукуруза, 6 — яровые зерновые или однолетние травы с подсевом многолетних тра^Шили 1 — кукуруза, 2—3 — конопля, 4 — озимая пшеница, 5 — конопля, 6 — сахарная свекла, 7 — конопля, а также: 1 — кормовые корнеплоды, 2 — конопля, 3 — картофель, 4 — конопля.

С На легких почвах в конопляные севообороты включают однолетний люпин: 1 — картофель, 2 — конопля, 3 — однолетний люпин на силос или зеленое удобрение. J

^ Табачные и махорочные севообороты. / Табак — теплолюбивая культура с длительным периодом вегетаций. Поэтому его возделывают на Северном Кавказе и в субтропической зоне Краснодарско-го края j

С Как табачные используются *пропашные, травянопропашные, плодосменные* севообороты. Их построение основано на том, что табак хотя и выдерживает повторные посевы, но его лучшие предшественники — озимая пшеница, многолетние травы, сахарная свекла, кукуруза, однолетние бобовые и злаковые травы. Нежелательными предшественниками табака являются подсолнечник, конопля, бахчевые, пасленовые культуры, имеющие общие с табаком вредители и болезни.

Для условий предгорных районов Кубани рекомендуют следующий 8-польный *зернотравянопропашной* (плодосменный) *севооборот* с тремя полями табака: 1—2 — многолетние травы, 3 — озимая пшеница, 4—5 — табак, 6 — озимая пшеница + промежуточная культура, 7 — табак, 8 — кукуруза. Для зоны влажных субтропиков Краснодарского края разработан другой табачный севооборот: 1 — клевер на два укоса, 2 — табак + промежуточная культура, 3 — кукуруза + промежуточная культура, 4 — табак, 5 — зерновые с подсевом клевера.

Махорка — культура умеренного климата; она возделывается в Центрально-Черноземной зоне, в Мордовии, Чувашии, Татарстане и в Западной Сибири. Как и табак, махорку можно возделывать повторно; ее лучшие предшественники — озимые хлеба, кукуруза, корнеплоды, зерновые бобовые, многолетние травы, овощные культуры (кроме пасленовых). Нежелательны как предшественники махорки картофель, конопля, подсолнечник, бахчевые культуры, имеющие с ней общие болезни, вредители и сорняки (заразиха). Махорка — предшественник для многих культур.

Среди махорочных севооборотов имеются следующие виды:

травянопропашные: 1—2 — многолетние травы, 3—4 — махорка, 5 — зерновые бобовые, 6 — махорка, 7 — однолетние травы с подсевом многолетних трав — 42,7 % махорки или 1 — клевер, 2—3 — махорка, 4 — кукуруза на силос, 5 — махорка, 6 — однолетние травы с подсевом многолетних трав — 50 % махорки;

пропашные: 1 — кукуруза на силос, 2—3 — махорка, 4 — зерновые бобовые, 5 — махорка — 60 % махорки или / — однолетние травы, 2 — махорка, 3 — корнеплоды, 4 — махорка — 50 % махорки.

Ц Земляничные и плодопитомнические севообороты. Земляника как многолетнее растение может произрастать на одном месте от 4 до 6 лет и возвращаться на прежние поля через 2—3 года. Ее лучшие предшественники — чистый пар, занятый пар, пропашные культуры ранней уборки. Для Нечерноземной и лесостепной зон используют земляничный *парпропашной севооборот* с чистым и сидеральным парами: 1 — чистый пар с посадкой рассады земляники в конце лета, 2 — земляника, 3—6 — земляника 1—4 годов плодоношения, 7 — сидеральный пар, 8 — озимые зерновые. Используют и *земляничные севообороты с многолетними травами*: 1 — однолетние травы с подсевом многолетних трав, 2—3 — многолетние травы, 4 — капуста белокочанная ранняя или картофель ранний с посадкой земляники в конце лета, 5 — земляника, 6—9 — земляника 1—4 годов плодоношения.

В плодовых питомниках используют два севооборота — для отделения размножения посевных подвоев (школа сеянцев) и для участка формирования привитых саженцев. Для обоих отделений вводят *травянопарпропашные севообороты*. В севообороте для школы сеянцев чередование будет таким: / — однолетние травы с подсевом многолетних трав, 2—3 — многолетние травы, 4 — озимые или яровые зерновые, 5 — чистый пар, 6 — подвой семечковых, 7 — ранние пропашные, 8 — подвой косточковых пород.

Для участка формирования саженцев тот же восьмипольный севооборот имеет следующее чередование: 1—5 — поля те же, что и на посевном отделении, 6 — окулянты, 7 — однолетки, 8 — двухлетки. В посевном отделении может быть использован севооборот и без многолетних трав: 1 — пар чистый или сидеральный с осенним посевом семян плодовых культур, 2 — подвой, 3 — зернобобовые или однолетние травы, / — ранние пропашные + промежуточные культуры на зеленое удобрение.

Лекарственные и эфиромасличные севообороты. В настоящее время в культуру введено более 50 видов лекарственных растений, поставляющих около 70 % лекарственного сырья для фармацевтической промышленности. Среди них есть и многолетние, и однолетние растения. Большую часть этих культур возделывают в специализированных хозяйствах Северного Кавказа и других южных районов России. Некоторые лекарственные растения: валерьяна лекарственная, мята перечная, пустырник пятилопастный, ревеня тан-

гутский — многолетники, календула, ромашка аптечная, озимая рожь спорынная — однолетники культивируют в Нечерноземной и лесостепной зонах России, в районах Сибири и Дальнего Востока.

Среди эфиромасличных культур наибольшее распространение получили кориандр посевной, анис обыкновенный — однолетники, тмин — двулетний. В южных районах возделывают многолетники: мелиссу лекарственную, шалфей мускатный и др.

Клекарственным и эфиромасличным культурам предъявляются повышенные требования к чистоте продукции. Поэтому их возделывают в экологически чистых районах и по технологиям, исключая их загрязнение остаточными веществами химических средств производства. Особое значение приобретают различные виды органических удобрений и агротехнические и биологические методы защиты этих растений от вредителей, болезней и сорняков. Среди них на первом месте стоит севооборот.

В большинстве случаев при специализации земледелия на возделывании лекарственных и эфиромасличных культур они вводятся в обычные полевые, специальные, иногда кормовые севообороты. Их размещают по самым лучшим предшественникам — чистым и занятым парам, зернобобовым культурам, пласту и обороту пласта многолетних трав, после озимых, идущих по лучшим предшественникам, по пропашным культурам.

Многолетние лекарственные и эфиромасличные растения могут в течение нескольких лет возделываться в выводных полях.

Д Почвозащитные севообороты. В современных агроландшафтных системах земледелия каждый севооборот выполняет определенную почвозащитную и природоохранную функцию⁷ на землях, подверженных постоянной угрозе водной или ветровой эрозии, необходимо вводить специальные *почвозащитные севообороты*. Их главная задача — защита почвы от водной эрозии на склонах более 5° (интенсивность смыва почвы более 15 т/га в год) и от ветровой эрозии в открытой степи с постоянно дующими сильными ветрами (при скорости ветра над поверхностью почвы более 3—4 м/с).

Основой почвозащитных севооборотов является эффективное использование почвозащитного действия сельскохозяйственных культур в сочетании со специальными почвозащитными приемами обработки почвы и размещением культур на полях.

Почвозащитная способность посевов различных сельскохозяйственных культур неодинакова. Она зависит от плотности их травостоя и продолжительности пребывания этих культур на поле. В течение периода, когда почва покрыта плотным травостоем растений, она практически не подвержена эрозии. И чем длительнее пребывание такой культуры на поле, тем выше ее почвозащитная способность.

Наибольшей почвозащитной способностью обладают многолетние травы. Они покрывают почву в течение всего года, хотя плотность укрытия почвы в осенний, зимний и весенний периоды снижается^{Г7}.

U-J

Озимые зерновые культуры несколько уступают многолетним травам, но они покрывают почву от 9 до 11 месяцев в году с максимальной степенью в мае—июле. Яровые зерновые культуры укрывают почву в течение 3 летних месяцев, пропашные — лишь 1—1,5 месяца.

Большое значение для защиты почвы от эрозии имеют масса корней сельскохозяйственных культур и их распределение по профилю почвы. При наличии мощной корневой системы такие растения, как многолетние травы, связывают верхние слои почвы и удерживают ее от смыва и выдувания.

Масса корневой системы у многолетних трав достигает 50—60 % от массы надземной их части. Среди однолетних культур значительную корневую массу (до 40 % от надземной массы) имеют озимые зерновые культуры, однолетние травы, кукуруза, несколько меньше (28—30 %) — яровые зерновые культуры и еще меньше (18—20 %) — лен-долгунец, картофель, корнеплоды.

По почвозащитной способности основные сельскохозяйственные культуры подразделяют на три группы: с высокой почвозащитной способностью, куда относятся многолетние травы и озимые зерновые культуры; со средней почвозащитной способностью — однолетние травы, яровые зерновые культуры; со слабой почвозащитной способностью — пропашные культуры и чистые пары. Такая оценка почвозащитной способности основных сельскохозяйственных культур определяет их состав или структуру посевных площадей в почвозащитных севооборотах.

В европейской части России для защиты почвы от водной эрозии на землях с уклоном более 5° рекомендуют травопольные и травяно-зерновые севообороты. Для Нечерноземной зоны: 1—4 — многолетние травы, 5 — озимая рожь, 6 — однолетние травы с подсевом многолетних трав; для лесостепной зоны: 1—3 — многолетние травы, 4 — озимая пшеница, 5 — кукуруза (полосами), 6 — зернобобовые, 7 — озимые с подсевом многолетних трав. Для степной зоны: 1—4 — люцерна, эспарцет, 5 — озимые + пожнивные, 6 — кукуруза (полосами), 7 — яровые зерновые с подсевом люцерны и эспарцета. На Кубани используют почвозащитный севооборот с таким чередованием: 1—2 — многолетние травы, 3—4 — озимая пшеница, 5 — ячмень с подсевом многолетних трав (люцерна, житняк, эспарцет, коострец).

В Среднем Заволжье (Самарская область) склоновые земли защищают с помощью севооборота: 1—4 — многолетние травы (люцерна, житняк), 5 — яровая пшеница, 6 — просо, 7 — яровые зерновые с подсевом многолетних трав.

На Алтае, в Западной Сибири на склоновых землях размещают почвозащитный севооборот со следующим чередованием: 1—2 — многолетние травы, 3 — яровая пшеница, 4 — зернофуражные с подсевом многолетних трав.

Почвозащитное действие этих севооборотов усиливается при

полосном размещении многолетних трав с другими культурами, особенно если эти культуры обладают слабой почвозащитной способностью, как например кукуруза.

Полосы посевов этих культур шириной от 50 до 100 м чередуют друг с другом, размещая их поперек склона или по горизонталям, если склон имеет сложную конфигурацию.

Эффективность почвозащитных севооборотов повышается при включении в них посевов смесей однолетних трав, промежуточных культур при некотором загущении посевов зерновых культур.

Поле	Полосы	Год									
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
I	Нечетные	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года	Травы 5-го года	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года
	Четные	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года	Травы 5-го года	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года
II	Нечетные	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года	Травы 5-го года	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года
	Четные	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года	Травы 5-го года	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года
III	Нечетные	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года	Травы 5-го года	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года
	Четные	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года	Травы 5-го года	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года
IV	Нечетные	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года	Травы 5-го года	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года
	Четные	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года	Травы 5-го года	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года
V	Нечетные	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года	Травы 5-го года	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года
	Четные	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года	Травы 5-го года	Пшеница	Травы 1-го года	Травы 2-го года	Травы 3-го года	Травы 4-го года

Условные обозначения

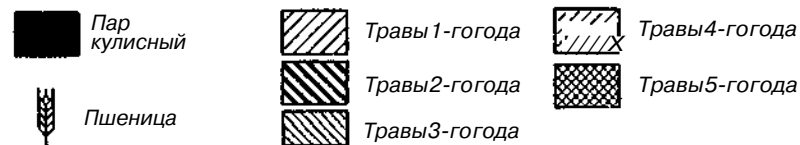


Рис. 15. Схема 5-польного почвозащитного севооборота с десятилетней ротацией

В борьбе с ветровой эрозией в степных районах на востоке нашей страны основой почвозащитных систем земледелия является почвозащитный севооборот с многолетними травами и полосным размещением посевов сельскохозяйственных культур и кулисного пара поперек направления господствующих ветров.

Каждое поле севооборота разделено на несколько равных по площади полос (рис. 15). Ширина полос от 50 м на легких почвах до 100—150 м на более связных [Г].

В качестве многолетних трав в этих условиях используют засухоустойчивую культуру — житняк. Его плотный растительный покров защищает от выдувания почву соседней полосы, занятой яровой пшеницей или кулисным паром.

При отсутствии многолетних трав почвозащитную роль в севообороте восточной степи выполняют посевы и стерня зерновых культур, полосы которых чередуют с полосами кулисного парСj

3.3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ И ОСВОЕНИЕ СЕВООБОРОТОВ

Основой современных систем земледелия для хозяйств любой формы собственности является система севооборотов — совокупность принятых в хозяйстве севооборотов.

Процесс внедрения новых севооборотов имеет три этапа: проектирование, введение и освоение севооборотов. На этапе *проектирования* по заявке хозяйства разрабатывают проектную документацию и дают агроэкономическое обоснование севооборотов. Этап *введения севооборотов* включает утверждение проекта и перенесение его на территорию хозяйства. Этап *освоения севооборотов* — период, в течение которого реализуют план освоения вводимых севооборотов.

Севообороты размещают на основных массивах земельных угодий хозяйства — пашне. Это наиболее ценная и продуктивная часть землепользования хозяйства, которая находится в тесной связи с другими видами сельскохозяйственных угодий со всеми элементами агроландшафта. Поэтому разработку системы севооборотов, их введение и освоение осуществляют с учетом особенностей землепользования в рамках сложившегося агроландшафта и системы земледелия, отвечающей этим особенностям.

3.3.1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ СЕВООБОРОТОВ

Система севооборотов должна отвечать задачам специализации данного хозяйства по производству основных видов сельскохозяйственной продукции, реализации оптимальной и перспективной структуры посевных площадей. Она должна учитывать конкретные климатические и почвенно-гидрологические условия, особенности рельефа и размещения основных массивов пашни, хозяйственных центров по данной территории.

В соответствии с основным принципом адаптивности земледе-

лия система севооборотов как в целом, так и составляющие ее севообороты, набор возделываемых культур и их чередование должны соответствовать местным почвенно-климатическим, организационно-хозяйственным и экономическим условиям.

При проектировании системы севооборотов придерживаются следующих принципов: дифференциации по элементам агроландшафта, группам земель и признакам пространственной изоляции; оптимизации числа севооборотов, занимаемой ими площади и размера полей; технологичности; трансформативности; взаимосвязи с уровнем интенсификации хозяйства; экономичности и соответствия требованиям специализации.

Проектирование севооборотов — составная часть проекта внутрихозяйственного землеустройства. По заказу хозяйства такой проект разрабатывается областными и республиканскими филиалами «Росгипрозема» с участием местных комитетов по земельной реформе и специалистов хозяйства. В свою очередь, он служит основой для разработки агроландшафтной системы земледелия данного хозяйства.

Подготовительный период. На разработку проекта внутрихозяйственного землеустройства проектная организация получает от хозяйства задание, в котором должны содержаться: основание для проектирования; показатели по специализации на перспективу; межхозяйственные взаимоотношения; организационная структура производства и управления; перечень населенных пунктов на планируемый срок; размещение животноводческих объектов по населенным пунктам; площади сельскохозяйственных угодий с выделением пашни и многолетних насаждений; площади, трансформируемые в пашню и другие виды сельскохозяйственных угодий; площади, отводимые для орошения и осушения, а также для коренного улучшения (известкование, гипсование и др.); структура посевных площадей по культурам; средняя урожайность сельскохозяйственных культур и естественных кормовых угодий за ряд лет; поголовье по каждому виду животных и средняя продуктивность; объем валовой продукции растениеводства и животноводства, в том числе товарной и для внутрихозяйственного потребления; мероприятия по защите почвы от эрозии и борьбе с загрязнением водных источников и воздуха.

Заказчик отвечает за правильность и полноту исходных материалов, необходимых для проектирования, а проектная организация — за качество проекта и его выдачу в установленные сроки.

Для составления проекта проводят большую подготовительную работу:

изучают и систематизируют земельно-учетные, планово-картографические, обследовательские, земельно-оценочные и проектные материалы, а также сведения о существующем состоянии и перспективах развития сельскохозяйственного предприятия;

обследуют все земли хозяйства, собирают и разрабатывают пред-

ложения по их дальнейшему использованию; в частности, выявляют сельскохозяйственные угодья, подлежащие рекультивации, коренному и поверхностному улучшению и пригодные для перевода в пашню и другие сельскохозяйственные угодья; выявляют участки, пригодные для закладки садов, виноградников и ягодников; определяют участки с эродированными почвами; устанавливают динамику эрозионных процессов, степень эродированности почвы;

обследуют гидротехнические почвозащитные сооружения, защитные лесонасаждения;

обследуют внутрихозяйственную дорожную сеть, центры хозяйства, полевые станы, летние лагеря для скота, определяют целесообразность их дальнейшего функционирования; выявляют источники водоснабжения и их состояние; составляют схемы размещения сельскохозяйственных культур за последние два года.

По результатам обследования уточняют экспликацию земельных угодий. Результаты обследования заносят в полевые журналы, акты и чертежи и рассматривают в хозяйстве. Акты и чертежи обследования с предложениями по использованию земель и организации территории подписывают представители проектной организации и землепользователи.

При разработке системы севооборотов особое значение имеет детальное изучение пахотных земель. Для этого используют почвенные карты, агрохимические и эрозионные картограммы, сведения об истории земельных участков, их расположении, рельефе и удаленности от хозяйственных центров, дорог, урожайности сельскохозяйственных культур за последние 3—5 лет.

Составление проекта. Проект состоит из графической и текстовой частей. *Графическая часть* проекта представлена картой землепользования хозяйства, почвенными, агрохимическими, эрозионными картами и другими графическими материалами.

Текстовая часть состоит из пояснительной записки с анализом современного состояния сельскохозяйственного производства и использования земель, обоснованием проекта, агроэкономических и других расчетов.

В проекте хозяйства разрабатывают мероприятия по улучшению использования земли и развития сельскохозяйственного производства: по размещению производственных подразделений, хозяйственных центров и магистральных дорог; организации севооборотов и кормовых угодий; меры по охране земель, водоемов и воздуха от загрязнений; план реализации проекта.

При разработке структуры посевных площадей главным критерием оценки является выраженное в сопоставимых показателях количество продукции (в денежном выражении, в кормовых, протеиновых единицах и т. д.), произведенной на 1 га пашни при наименьших затратах труда и средств. Принцип адаптивности требует того, чтобы все культуры, составляющие структуру посевных площадей, были подобраны из районированных сортов в соответствии с по-

чвенно-климатическими условиями и принятой агротехникой. Только при этих условиях можно достичь наибольшей продуктивности севооборотов.

На основе разработанной структуры посевных площадей и детального изучения почвы пахотных угодий определяют число севооборотов, их площадь, состав, пропорцию и чередование культур в каждом из них.

Для определения числа, типа и вида севооборотов сопоставляют различные варианты их с оценкой по следующим показателям: объем производства продукции растениеводства на гектар пашни; то же, по кормам в целом и отдельно по каждому виду; производительность тракторов и сельскохозяйственных машин; объем внутрихозяйственных перевозок.

Важное экономическое требование к севообороту — размещение сельскохозяйственных культур на территории, обеспечивающее лучшее использование земли, техники и труда. Культуры следует размещать достаточно крупными массивами, на которых можно эффективно использовать тракторы и сельскохозяйственные машины. Специализация земледелия способствует уменьшению затрат на технику и снижению себестоимости продукции.

При составлении схем севооборотов наиболее ценные и требовательные культуры целесообразно размещать по лучшим предшественникам, руководствуясь основными принципами построения севооборотов. Затем разрабатывают технологию возделывания сельскохозяйственных культур по каждому полю. Указывают способы и сроки обработки посева и внесения удобрений, их виды и дозы, систему ухода за растениями, меры борьбы с сорняками, болезнями и вредителями растений и др.

Дозы органических удобрений должны обеспечить положительный или бездефицитный баланс гумуса, а минеральных — компенсировать вынос питательных веществ из почвы.

Одновременно с агрокомплексом разрабатывают систему мероприятий по охране земель, водных источников и воздуха. В нее включают агротехнические и специальные приемы защиты почвы от эрозии, рекультивацию нарушенных земель, меры по охране земель, водоемов и воздуха от загрязнения в соответствии с рекомендациями научно-исследовательских учреждений и организацией территории. Определяют ежегодные объемы работ, потребность в семенах многолетних трав, необходимых для залужения, в минеральных удобрениях и специальных машинах и орудиях.

Агролесомелиоративные мероприятия планируют с законченной системой защитных лесных насаждений. В сочетании с другими мероприятиями она обеспечивает снижение скорости ветров, регулирование поверхностного стока воды и повышение устойчивости почвы к эрозии. Для этого предусматривают создание новых и реконструкцию существующих насаждений разного назначения — полезащитных, водорегулирующих, ветроломных лесных полос

вокруг производственных центров, полевых станов, водных источников. Планируют облесение оврагов, балок, крутых эродированных склонов, закрепление песков.

Для регулирования стока, укрепления растущих оврагов проектируют гидротехнические сооружения. Прибалочные и приовражные лесные насаждения размещают на непахотных землях.

При проектировании особо выделяют земли, подлежащие охране, намечают меры по предупреждению загрязнения вод. На крупных животноводческих комплексах и фермах предусматривают очистные сооружения и поля орошения.

Завершающая стадия проектирования — разработка плана реализации проекта. В нем определяют сроки и очередность выполнения намеченных мероприятий, объемы и стоимость работ по всем видам и срокам проведения, дают рекомендации, как лучше организовать их выполнение, определяют подрядные организации и участие в осуществлении проекта самого хозяйства.

План разрабатывает проектная организация совместно с землепользователями и специалистами.

3.3.2. ВВЕДЕНИЕ СЕВОБОРОТОВ

Разработанный проект после его одобрения техническим советом проектной организации передают заказчику и рассматривают на расширенном заседании правления коллективного товарищества, акционерного общества или на производственном совещании государственных предприятий с участием представителей местной администрации. Затем проект передают на рассмотрение в районный комитет по земельной реформе и после его одобрения на утверждение администрацией района.

После утверждения проекта проводят землеустроительные работы — нарезку севооборотов и полей в натуре. Землеустроители вместе со специалистами хозяйства уточняют границы производственных центров и других хозяйственных участков, севооборотов и полей, в каждом из них — границы участков, намеченных для освоения под пашню и другие сельскохозяйственные угодья, сенокосно-оборотных и гуртовых (отарных) участков, а также дороги и скотопогоны.

Возможны некоторые отклонения от намеченных размеров площадей севооборотов и полей, вызванные особенностями землепользования и стремлением создать лучшие условия для полевых и транспортных работ. Однако это не должно отражаться на ежегодном выполнении намеченного плана производства и продаже сельскохозяйственной продукции. Разница в площади полей одного севооборота не должна превышать 5—15 %.

После проведения землеустроительных работ севообороты считают введенными и работу сдают по акту заказчику — представителю хозяйства.

3.3.3. ОСВОЕНИЕ СЕВОБОРОТОВ

После введения севооборотов наступает период их освоения.

Освоенными называют севообороты, в которых размещение культур по полям соответствует принятой схеме, соблюдаются границы полей, установленное чередование культур и технология их возделывания.

Период освоения севооборотов длится несколько лет. Это связано с тем, что после проведения землеустроительных работ размещение культур по полям севооборотов будет не таким, какое предусмотрено проектом. Вместо одной культуры в поле оказывается 3—4 и более, да и состав культур не будет соответствовать новым схемам севооборотов, и располагаться они будут не по тем предшественникам, которые предусмотрены новым чередованием.

Поэтому одновременно с разработкой схем севооборотов составляют план перехода к новому севообороту или план освоения севооборота в виде переходной таблицы (табл. 29). В переходной таблице указывают номер поля, его площадь, предшественники за последние 2—3 года, порядок размещения культур по полям на каждый год переходного периода.

29. Переходная таблица

к севообороту: 1 — многолетние травы 1-го г. п., 2 — многолетние травы 2-го г. п., 3 — озимая пшеница, 4 — кукуруза на силос, 5 — ячмень, 6 — овес с подсевом многолетних трав (Московская область).
Общая площадь севооборота 373 га, площадь одного поля 62 га.

№ поля	Площадь поля, га	Предшественники				Размещение культур по полям					
		1996 г.	га	1997 г.	га	1998 г.	га	1999 г.	га	2000 г.	га
I	62	Озимая пшеница	42	Картофель	42	Ячмень	62	Овес с подсевом многолетних трав	62	Многолетние травы 1-го г. п.	62
		Ячмень	20	Свекла кормовая	20						
II	61	Однолетние травы	33	Озимая пшеница	33	Овес с подсевом многолетних трав	61	Многолетние травы 1-го г. п.	61	Многолетние травы 2-го г. п.	61
		Картофель	28	Ячмень	28						
III	63	Многолетние травы 1-го г. п.	63	Многолетние травы 2-го г. п.	63	Озимая пшеница	63	Кукуруза на силос	63	Ячмень	63
IV	62	Ячмень	32	Горох	32	Овес	32	Однолетние травы	62	Озимая пшеница	62
		Кукуруза на силос	30	Ячмень	30	Кукуруза на зеленый корм	30				
V	62	Овес с подсевом трав	42	Многолетние травы 1-го г. п.	42	Многолетние травы 2-го г. п.	42	Озимая пшеница	62	Кукуруза на силос	62
		Озимая рожь	10	Ячмень	10	Однолетние травы	20				
		Картофель	10	Овес	10						

№ по- ля	Пло- щадь поля, га	Продолжение									
		Предшественники				Размещение культур по полям					
		1996 г.	га	1997 г.	га	1998 г.	га	1999 г.	га	2000 г.	га
VI	63	Много- летние травы 1-го г. п. Озимая пшеница	30	Много- летние травы 2-го г. п. Карто- фель	30	Кукуруза на силос	63	Ячмень	63	Овес с подсевом многолет- них трав	63
			33		33						

В переходный период необходимо обеспечить запланированный уровень урожайности сельскохозяйственных культур и получение валовой продукции в том объеме и соотношении, которые предусмотрены структурой посевных площадей нового севооборота.

С первого года освоения севооборота следует стремиться размещать культуры по тем предшественникам, которые определены схемой чередования нового севооборота.

При планировании освоения нового севооборота необходимо закончить переход к нему как можно быстрее. Эти и другие требования выполнимы при соблюдении следующего порядка разработки переходной таблицы:

1. Составление плана освоения по годам, начиная с первого года до полного освоения.
2. Ежегодное размещение культур по полям начинают с культур, посеянных в прошлые годы под урожай текущего года (многолетние травы, озимые и др.).
3. После-этого размещают наиболее ценные продовольственные и технические культуры по лучшим предшественникам.
4. Яровые культуры размещают в порядке убывания их ценности.
5. Определение поля для подсева многолетних трав, для чистых паров и посевов промежуточных культур.
6. Поля, разделенные несколькими предшественниками, необходимо укрупнить.
7. При наличии сборных полей разместить в них наиболее близкие по биологии и технологии возделывания культуры (ранние яровые с ранними яровыми, озимые с озимыми, пропашные с пропашными и т. д.).

Переходная таблица является основанием для построения ротационной таблицы. Год освоения севооборота — пб переходной таблице это 2000 г. — является первым годом ротации, и с него начинают ротационную таблицу.

3.3.4. СОБЛЮДЕНИЕ СЕВООБОРОТОВ

Ротационная таблица нового севооборота является руководством для размещения культур по полям на ближайшую ротацию. Она служит основой для реализации разработанных систем удобрений

ния, обработки почвы, защиты растений, сортосмены, защиты почвы от эрозии, оросительных систем и других составляющих технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

По ротационной таблице руководители и главные агрономы хозяйства, фермеры и другие землевладельцы контролируют соблюдение севооборота. Однако при реализации запланированной ротации севооборота можно столкнуться с трудностями и отклонениями, связанными с влиянием погодных, организационно-хозяйственных, почвенных и других условий. Например, в результате неблагоприятных условий перезимовки погибли посевы озимой пшеницы. Тогда принимают решение о перепашке этого поля и посеве другой культуры зерновой группы — яровой пшеницы, ячменя, овса и др. В случае гибели многолетних трав по той же причине их заменяют однолетними, кукурузы — другими силосными пропашными и т. д. Коррективы могут быть внесены и из-за недостатка семян, из-за изменения рыночной конъюнктуры и т. д.

Такая замена культур в пределах их хозяйственно-биологической группы не является нарушением севооборота, а свидетельствует о его гибкости, возможностях маневрирования в случае необходимости в пределах принятой структуры посевных площадей. Это особенно важно при постоянном изменении спроса на сельскохозяйственную продукцию и цен на нее в условиях рыночной экономики.

Севооборот и технология возделывания культур постоянно совершенствуются с учетом новых достижений науки и передового опыта.

3.3.5. ОЦЕНКА СЕВООБОРОТОВ

Основным показателем оценки севооборотов является выход продукции с единицы площади пашни, выраженный в сопоставимых величинах — в зерновых, кормовых, кормопротеиновых, энергетических единицах или в рублях. При этом учитывают качественные показатели.

При определении валового производства продукции в севообороте суммируют основную и побочную продукцию всех культур севооборота, переведенную, например, в кормовые единицы (1 кормовая единица равна кормовой ценности 1 кг овса). Для этого используют справочники по кормопроизводству. Полученную сумму делят на всю площадь севооборота и определяют выход кормовых единиц на 1 га севооборотной площади.

Продукцию некоторых культур (лен-долгунец, табак, подсолнечник и др.) нельзя перевести в кормовые единицы. Ее оценивают по рыночным ценам на данный момент и определяют выход продукции в рублях с единицы площади пашни.

В дополнение к экономической оценке продуктивности севооборота оценивают его почвозащитные свойства. Это делается с учетом степени развития эрозионных процессов и наличия в севообороте культур и технологий, которые могли бы эффективно приостановить

новить эти процессы и надежно защитить почву от дальнейшего разрушения.

Экологическую функцию севооборота оценивают по его фитосанитарному потенциалу, который показывает прежде всего, можно ли сократить или даже совсем не применять химические средства защиты растений. В зависимости от степени использования бобовых культур, навоза, зеленого удобрения, соломы на удобрение, посева многолетних трав и промежуточных культур может быть определена экологически безопасная структура посевных площадей нового севооборота.

Все эти альтернативные приемы позволяют значительно сократить применение минеральных удобрений и пестицидов и надежно защитить окружающую среду и сельскохозяйственную продукцию от загрязнения.

3.3.6. КНИГА ИСТОРИИ ПОЛЕЙ И ДРУГАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Работа современного агронома немыслима без агропроизводственной документации. Ее основой является проект внутрихозяйственного землеустройства, куда входит вся документация по введению, освоению и соблюдению севооборотов. Она состоит из агроэкономического обоснования, картографического материала, объяснительной записки, протоколов о рассмотрении и утверждении проекта, акта о перенесении проекта на местность.

К проекту прилагается также Книга регистрации севооборотов, в которую вносят основные сведения из агроэкономического обоснования: количество введенных севооборотов, их площадь, чередование культур и количество полей в каждом из них, площадь каждого поля и посевную площадь каждой культуры на год освоения севооборота, динамику трансформации пахотных и других сельскохозяйственных угодий, мелиоративные и почвозащитные мероприятия.

На основании этой исходной документации в хозяйстве постоянно ведут Книгу истории полей.

Шнуровая Книга истории полей севооборота — один из основных агропроизводственных документов, который ведет агрономическая служба непосредственно в хозяйстве и в его подразделениях. В ней отражаются история каждого поля севооборота и технология возделываемых на нем культур.

Книга истории полей севооборота содержит информацию о состоянии земельного фонда, его краткую характеристику. На основе проекта внутрихозяйственного землеустройства в нее заносят сведения о введенных севооборотах — их тип, вид, площадь одного поля и всего севооборота, схему чередования культур, переходную и ротационную таблицы, плановую и фактическую площадь посева культур, чистых и занятых паров. Здесь же приводят краткую характеристику рельефа поля и его границ, данные о гранулометричес-

ком составе, о физических и химических свойствах почвы, указывают мощность пахотного слоя и содержание в почве подвижных форм калия, фосфора и других питательных веществ. Приводят характеристику засоренности полей, основных видов сорных растений, заселенность вредителями и возбудителями болезней сельскохозяйственных культур.

Агроном хозяйства или его подразделения, фермер, другие землевладельцы регулярно записывают в Книге истории полей все мероприятия, проводимые на полях. Обычно это делают после завершения посевных работ, обработки чистых паров, завершения работ по уходу за растениями, уборки урожая и явлевой обработки почвы, внесения удобрений и т. д.

В Книге истории полей также записывают результаты фенологических наблюдений за растениями, отмечают сроки и особенности некоторых погодных явлений — осадки, заморозки на почве и в воздухе, время схода снега, суховеи, пыльные бури и др.

Контроль за своевременным и правильным ведением записей в Книге истории полей возлагают на главного агронома хозяйства. Вместе с другими специалистами хозяйства он по записям в Книге истории полей анализирует соблюдение принятых севооборотов и агротехники сельскохозяйственных культур. При этом выявляют недостатки и намечают мероприятия по их устранению.

Контрольные вопросы к заданию

1. Какова роль севооборота в агроландшафтных системах земледелия?
2. Чем отличается повторный посев от бессменного?
3. Каковы причины чередования культур?
4. Что такое плодосмен и какова его роль в развитии научного и практического земледелия?
5. Что положено в основу классификации севооборотов?
6. Какие типы и виды севооборотов вам известны?
7. В чем отличие черного пара от раннего?
8. Какова роль многолетних трав в севооборотах разных зон?
9. Что такое специализированный севооборот?
10. Дайте классификацию промежуточных культур.
11. Назовите основные предшественники пшеницы по лесной, лесостепной и степной зонам.
12. Каковы периоды возврата основных культур?
13. Что такое полосное размещение культур, где оно применяется?
14. Назовите предшественники основных овощных культур.
15. Что такое специальный севооборот?
16. Дайте характеристику почвозащитной способности основных полевых культур.
17. Что такое введение и освоение севооборота?
18. Как оценивают севообороты с разной структурой посевных площадей?
19. Каково назначение переходной и ротационной таблиц?
20. Что такое Книга истории полей севооборота, кто ее ведет и как она используется?
21. Каковы экологические требования к севообороту?

РАЗДЕЛ IV ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

Глава 1 НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

1.1. ЗАДАЧИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Повышение эффективного плодородия почвы и создание благоприятных условий для роста растений неразрывно связаны с обработкой почвы. Под *обработкой* понимают механическое воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий в целях создания оптимальных почвенных условий жизни для выращиваемых растений, уничтожения сорняков, защиты почвы от эрозии. Обработка почвы — основное агротехническое средство регулирования почвенных режимов, интенсивности биологических процессов и главное — поддержания хорошего фитосанитарного состояния почвы и посевов. Качественно обрабатывая почву, мы повышаем эффективное плодородие и урожайность культур.

С помощью механической обработки почвы достигают следующих целей:

придание почве мелкокомковатого структурного состояния и оптимального для растений сложения почвы (плотности, пористости и др.), при котором создавались бы благоприятные для роста растений и микрофлоры условия водного, воздушного, питательного и теплового режимов;

поддержание хорошего фитосанитарного состояния почвы и посевов: заделка семян, подрезание сорняков, уничтожение зачатков болезней и вредителей сельскохозяйственных культур;

предотвращение эрозионных процессов, чрезмерного переуплотнения почвы, уменьшение ее смыва, снижение непроизводительных потерь из почвы воды, гумуса, питательных веществ в целях сохранения потенциального плодородия и защиты почвы от эрозии.

Обработка почвы необходима для углубления и увеличения мощности пахотного слоя, разрыхления плужной подошвы подпахотного слоя, а также для заделки органических и минеральных удобрений, извести и других мелиорантов в целях воспроизводства и окультуривания почвы.

С помощью обработки улучшаются аэрация почвы, влагообеспеченность растений, активизируется жизнедеятельность целлюлозо-разлагающих, азотфиксирующих и других почвенных организмов,

повышается доступность растениям влаги, питательных веществ. При разрыхлении и выравнивании поверхности почвы, например, в процессе предпосевной обработки создаются не только хорошее ложе для семян, но и оптимальные условия для роста культур, качественного выполнения полевых работ: посев, уход за растениями, уборка урожая.

В степных засушливых условиях, на склоновых землях глубокое рыхление почвы способствует накоплению влаги атмосферных осадков в корнеобитаемом слое. И, наоборот, в районах избыточного переувлажнения с помощью обработки почвы можно отводить избыточную воду с поля, в результате чего улучшается воздушный режим почвы.

Однако обработка почвы иногда имеет и негативные последствия. При механической обработке может нарушаться динамическое равновесие в экологической системе почва — растение — окружающая среда. Например, интенсивная обработка активизирует деятельность почвенной микрофлоры и ускоряет разложение гумуса, увеличивая непроизводительные его потери, а также потери питательных веществ и энергии, необходимых для формирования урожая. Разложение дернины и распыление верхнего слоя почвы в районах ветровой эрозии, на склоновых землях создают предпосылки для разрушения почвы и возникновения эрозии.

При многократном движении по полю тяжелых почвообрабатывающих машин и орудий происходит чрезмерное переуплотнение почвы пахотного слоя, что приводит к ухудшению ее свойств, интенсивному стоку воды, сносу почвы, особенно на склонах, и снижению ее плодородия. Наряду с этим обработка почвы требует больших энергетических затрат (до 10—15 тыс. МДж на 1 га), которые не всегда компенсируются содержанием энергии в полученном урожае.

Результаты длительных исследований, выполненных в нашей стране и за рубежом, свидетельствуют, что при высоком уровне интенсификации земледелия (внесение удобрений, гербицидов, мелиорантов, орошение и др.) изменяются функции обработки и доля ее в варьировании урожайности не превышает 8—12 %. Это характерно для почв с высоким потенциальным уровнем плодородия и благоприятными для растений агрофизическими свойствами. Следовательно, в этих условиях воздействие на почву можно минимизировать и роль обработки свести к технологическим функциям: заделка удобрений, мелиорантов, гербицидов, семян и т. д. Главная задача заключается в поддержании воспроизводства плодородия, регулировании водного режима и защите почвы от эрозии.

При низком уровне интенсификации земледелия, недостаточном применении удобрений, средств защиты растений и т. д. роль обработки возрастает и заключается в мобилизации потенциального плодородия, повышении доступности питательных веществ, поддержании благоприятного для растений сложения почвы и хорошего ее фитосанитарного состояния.

1.2. РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ ОБ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Обработка почвы — древнее занятие земледельца. Как только он стал выращивать растения, возникла примитивная обработка.

Значительный прогресс в обработке почвы вызвало появление в 1797 г. железного плуга в Англии, а затем в Бельгии. В 1863 г. немецкий крестьянин Рудольф Сакк применил для вспашки плуг с предплужником, что позволило земледельцу познать преимущества глубокой обработки почвы.

Первые рекомендации о глубокой обработке почвы в России отражены в трудах профессора И. М. Комова (1788). Он предложил проводить двойную вспашку полей из-под многолетних трав: первый плуг пахал на глубину 8—10 см, второй — на 10—20 см.

Значительный вклад в развитие научных основ обработки почвы внесли выдающиеся русские ученые П. А. Костычев, А. Г. Дояренко, В. Р. Вильяме, Т. С. Мальцев и др. Определяя задачи обработки почвы, П. А. Костычев писал: «Цель обработки почвы заключается, между прочим, и в том, чтобы изменить строение почвы, придать ей такое строение, которое для произрастания растений наиболее благоприятно». В своей работе «К вопросу об удобрении и обработке черноземных почв» (1886 г.) П. А. Костычевым была обоснована мелкая вспашка раннего пара в засушливые годы для более быстрого разложения дернины. Наоборот, на незадерненных почвах он рекомендовал глубокую зяблевую вспашку.

Развитие теории обработки в первой половине XX в. было направлено в основном на обоснование культурной вспашки плугом с предплужником и мощности пахотного слоя, основные положения которой сформулированы В. Р. Вильямсом. Сущность их заключалась в том, что к концу вегетации однолетних растений верхний (0—10 см) слой почвы распыляется, утрачивает структуру под влиянием механического воздействия машин и орудий, физиологических и биохимических причин, а следовательно, ухудшается и его плодородие. Причиной этого служат аэробные условия в верхних слоях почвы, которые усиливают разложение гумуса. Распыленная почва затрудняет проникновение кислорода в нижние горизонты, и там устанавливаются анаэробные условия, обеспечивающие накопление гумуса и восстановление структуры почвы. Поэтому ежегодно нужно повторять вспашку, чтобы придать почве комковатую структуру.

Однако работами А. Н. Лебедеванцева (1905), Л. Н. Барсукова (1952, 1956) была установлена дифференциация почвы пахотного слоя по плодородию к концу вегетации растений с нарастанием его в верхнем (0—10 см) слое почвы и снижением в нижней части. С учетом этого были разработаны рекомендации по сочетанию отвальных и безотвальных обработок в севообороте.

Основы бесплужной обработки нашли отражение в работе И. Е. Овсинского «Новая система земледелия» (1899). Он утверж-

дал, что черноземная почва в естественном состоянии способна накопить достаточное количество воздуха, влаги. Для этого надо сохранить в ней капиллярность и не допустить иссушения.

Достигнуть этого можно, заменив вспашку мелким (5—6 см) рыхлением верхнего слоя почвы. Для этой цели использовали конные культиваторы с плоскорезными рабочими органами.

Дальнейшее развитие теории бесплужной обработки нашло свое отражение в работах Жана (1910) во Франции, Ф. Ахенбаха (1921) в Германии, Э. Фолкнера (1959) в США.

Крупнейшим достижением агрономической науки и практики явилась система безотвальной обработки почвы, исключаящая вспашку с оборотом пласта, предложенная Т. С. Мальцевым. В рекомендованной им системе глубокие безотвальные рыхления почвы на 35—40 см (один раз в 3—5 лет) необходимо сочетать с поверхностными обработками на 5—8 см с помощью лулильников, дисковых борон применительно к зернопаровым севооборотам.

Безотвальная обработка привела к усилению засоренности посевов из-за недостатка химических средств борьбы с сорняками, что ограничивало ее применение.

Дальнейшее развитие почвозащитная обработка почвы получила во ВНИИ зернового хозяйства под руководством академика А. И. Бараева. В основе ее лежит плоскорезная обработка с оставлением стерни и растительных остатков на поверхности почвы. Эта система предусматривает полный отказ от отвальных плугов, зубковых и дисковых орудий и замену их плоскорезами-глубококорыхлителями, игольчатыми боронами и использование для посева стерневых сеялок. Такая технология обработки позволяет сохранить на поверхности почвы до 70—80 % стерни, которая защищает влагу от испарения, а почве придает повышенную ветроустойчивость.

Однако на тяжелых переуплотняющих почвах плоскорезы-глубококорыхлители не обеспечивают хорошего рыхления почвы. Для этих целей созданы и используются чизельные, безотвальные орудия типа параплау, сменные к плугам стойки СиБИМЭ, которые расширяют возможности почвозащитной обработки, особенно на эрозионно опасных агроландшафтах.

В 70-х годах в нашей стране начало успешно разрабатываться новое направление — минимализация обработки почвы, сосредоточенная на снижении переуплотнения почвы, уменьшении потерь гумуса и питательных веществ из почвы, сокращении энергетических и трудовых затрат. Значительный вклад в разработку этого направления и обоснование приемов минимализации обработки при разных уровнях интенсификации земледелия внесли профессора Б. А. Доспехов, С. А. Наумов, К. И. Саранин, А. И. Пупонин и др. Минимализация обработки почвы за счет сокращения числа и глубины основных обработок в севообороте на почвах с благоприятными свойствами для роста растений, совмещения технологических операций, замены отвальных обработок безотвальными позволяет

уменьшить число проходов агрегатов по полю, сократить сроки выполнения работ, повысить производительность труда в 1,5—2 раза, снизить энергетические затраты на 30—40 %.

Недостатком приемов минимализации обработки почвы является ухудшение фитосанитарного состояния почвы: повышенная засоренность посевов, поражаемость культур болезнями и вредителями. Снижение при этом темпов минерализации гумуса ухудшает обеспеченность культур азотом, особенно после стерневых предшественников, что требует дополнительного внесения азотных удобрений.

Для склоновых земель разработаны системы почвозащитной обработки, основанные на применении безотвальной чизельной обработки; вспашке с щелеванием, с изменением микрорельефа поля; на мульчировании почвы соломой и уменьшении обрабатываемой поверхности и глубины рыхления. Эти приемы показали высокую почвозащитную эффективность и экологическую целесообразность.

В США, Канаде получили распространение такие почвозащитные технологии обработки, как мульчирующая — сплошная безотвальная обработка почвы с использованием чизельных, плоскорезных и дисковых орудий; полосная — почву обрабатывают непосредственно перед посевом пропашных только в зоне ряда с помощью фрез, культиваторов, а борьбу с сорняками осуществляют путем сочетания механического и химического способов.

Для пропашных культур, высеваемых на склоновых землях, предложена гребневая обработка, предусматривающая посев на гребнях высотой 15—20 см, которые нарезаются культиваторами-гребнеобразователями поперек уклона поля после уборки предшественника. Борьбу с сорняками осуществляют с помощью гербицидов. При гребневой технологии почва лучше прогревается, сокращается период вегетации растений. Прибавка зерна кукурузы, возделываемой по гребневой технологии, составила 0,35 т/га.

1.3. АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Благоприятные почвенные условия для роста растений складываются при оптимальных параметрах агрофизических свойств почвы и показателях ее плодородия. К числу важнейших следует отнести плотность и строение почвы, мощность пахотного слоя, структурный состав и др.

Современная теория обработки строится на обоснованном согласовании агрофизических свойств почвы и предъявляемых к ним требований культурных растений. Поэтому важнейшей агрофизической основой обработки являются требования культур к плотности и строению пахотного слоя почвы, структурному составу и степени крошения почвы, мощности пахотного слоя, твердости и другим свойствам, от которых зависят рост растений и урожайность.

Количественной характеристикой строения почвы служит величина ее плотности. Различают равновесную и оптимальную плотности почвы. *Равновесная плотность* — это установившаяся плотность необработанной (1—2 года) почвы в естественном состоянии. Плотность почвы, при которой складываются благоприятные условия для роста растений и деятельности почвенных микроорганизмов, называют *оптимальной*.

Изучение реакции культур на физическое состояние почв различного генезиса позволило выявить интервалы оптимальных значений плотности почвы для зерновых и пропашных культур. Так, моделирование плотности сложения дерново-подзолистой средне-суглинистой почвы показало, что в средние по увлажнению годы оптимальные ее параметры для зерновых колосовых культур составляют 1,1—1,3 г/см³, для пропашных — 1,0—1,2. Равновесная же плотность этой почвы находится в пределах 1,35—1,50 г/см³ (табл. 30).

30. Равновесная и оптимальная плотность почвы для полевых культур (по данным А.И. Пупониной, 1986), г/см³

Почва	Гранулометрический состав	Равновесная плотность	Оптимальная плотность для культур	
			зерновые	пропашные
Дерново-подзолистая	Песчаная	1,5—1,6	—	1,4—1,5
»	Супесчаная	1,3—1,4	1,2—1,35	1,10—1,45
»	Суглинистая	1,35—1,50	1,1—1,3	1,0—1,2
Дерново-карбонатная	»	1,4—1,5	1,1—1,25	1,0—1,2
Дерново-глееватая	»	1,4	1,2—1,4	—
Луговая пойменная	»	1,15—1,2	—	1,0—1,2
Болотная	Степень разложения торфа 35—40%	0,17—0,18	—	0,23—0,25
Серая лесная	Суглинистая	1,35—1,4	1,15—1,25	1,0—1,2
Чернозем	»	1,0—1,3	1,2—1,3	1,0—1,3

Сопоставление показателей равновесной и оптимальной для роста культур плотности позволяет определить необходимость обработки почвы, в данном случае рыхления. Чем больше разность между этими величинами, тем интенсивнее и глубже должна обрабатываться почва. Например, с помощью вспашки дерново-подзолистой почвы ее плотность уменьшается с 1,4—1,5 до 0,8—0,9 г/см³ и почва приобретает рыхлое состояние.

Плотность почвы зависит от гранулометрического состава, содержания гумуса, водопрочных агрегатов, влажности почвы и других условий.

Почвы тяжелого гранулометрического состава с большим содержанием илистой фракции и гумуса подвержены значительному набуханию при увлажнении и разрыхлению. Это вызывает изменение как равновесной, так и оптимальной плотности.

Высокогумусированные черноземные почвы имеют равновесную плотность 1,0—1,3 г/см³, которая совпадает с оптимальной для

культур, что позволяет уменьшить интенсивность и глубину основной обработки этих почв. Наилучшие условия для появления всходов зерновых культур, уменьшения испарения влаги из почвы складываются, например, в черноземной тяжелосуглинистой почве, когда верхний (0—7 см) слой имеет рыхлое состояние и плотность 0,98—1,04 г/см³, а нижний (7—30 см) слой несколько уплотнен — 1,18—1,20 г/см³. Это достигается сочетанием разноглубинной отвальной и безотвальной обработок с поверхностной обработкой почвы.

Оптимизация физических условий почвенного плодородия в первую очередь определяется *строением почвы*, под которым понимают соотношение объемов твердой фазы, капиллярной и некапиллярной пористости. Наилучшие условия аэрации почвы, воздухообмена между почвой и атмосферой, а следовательно, и благоприятные условия для роста и развития растений складываются в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, когда общая пористость составляет 46—56 %, некапиллярная — 18—25, капиллярная — 28—31 %, а твердая фаза занимает 44—54 % объема почвы.

Оптимальные почвенные условия черноземных почв обеспечивает строение, при котором общая пористость составляет 51—62 %, а пористость аэрации — 15—25 %. Предельной величиной, приводящей к снижению урожайности зерновых культур, является пористость устойчивой аэрации — 13—15 % объема почвы. При этом содержание кислорода в нормально увлажненной почве составляет не менее 20 %, а CO₂ не превышает 0,2—0,5 %.

С помощью обработки улучшается строение пахотного слоя почвы: рыхлением при основной и предпосевной обработках увеличивают некапиллярную пористость и, наоборот, уплотняя рыхлую почву, уменьшают ее и снижают аэрацию.

Создание оптимальной модели плодородия пахотного слоя позволяет оптимизировать почвенные режимы и повысить урожайность культур. Моделирование гомогенного и гетерогенного состояния пахотного слоя дерново-подзолистой почвы разной мощности (20, 30 и 40 см) показало, что кукуруза, картофель и другие полевые культуры положительно реагируют на гетерогенное строение, при котором в верхнем слое (0—20 см) за счет внесения удобрений и известки достигается более высокая степень оптимизации агрофизических и агрохимических свойств.

Прибавка урожая полевых культур при гетерогенном строении пахотного слоя с внесением высоких доз удобрений в слой 0—20 см за 15 лет повысилась с 3,8 до 9,7 тыс. корм. ед. на 1 га по сравнению с неудобренным фоном, а при гомогенном строении — с 3,4 до 8,9 тыс. корм. ед. на 1 га (табл. 31). Сбор кормовых единиц при внесении удобрений в слой 0—40 см снизился на 10,8 %. Это свидетельствует о том, что смешивание пахотного слоя с почвой элювиального горизонта с низким естественным плодородием не позволяет восстановить плодородие почвы до исходного уровня даже за 15-летний период.

31. Урожайность полевых культур в зависимости от строения слоя 0—40 см дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы, т/га

Культура	Годы	Гетерогенное строение	Гомогенное строение	Гетерогенное строение	Гомогенное строение	НСР ₀₅
		Без удобрений	Без удобрений	Навоз + NPK	Навоз + NPK	
Картофель	1975—1989	12,18	12,10	29,39	27,21	2,18
Викоовсяная смесь (сено)	1976—1978	3,22	2,96	6,08	5,66	0,79
Кукуруза на силос	1980—1988	24,38	21,30	71,38	62,80	2,93
В среднем за 15 лет, тыс. корм. ед. на 1 га		3,8	3,4	9,7	8,9	

Структурный состав, содержание водопрочных агрегатов характеризуют сложение почвы, устойчивость ее против эрозии и уплотнения, оптимизируют почвенные режимы и определяют продуктивность культур. Оптимальное содержание водопрочной макроструктуры (агрегаты размером 0,25—10 мм и более) для дерново-подзолистых и серых лесных почв составляет 30—45 %, для черноземных почв — 45—60 %. При такой оструктуренности почва длительное время сохраняет устойчивое сложение, приданное ей обработкой. Структурная почва теряет положительные качества при увеличении количества пыли (частицы размером менее 0,25 мм) до 30—40 %.

Верхний (0—10 см) слой почвы пахотного слоя более гумусирован и лучше оструктурен по сравнению с нижним (10—20 см). Здесь быстрее идет восстановление структуры почвы за счет накопления растительных и корневых остатков, вносимых удобрений. Обращивание почвы при вспашке способствует оструктурированию и нижней части пахотного слоя.

Требования культур к степени крошения почвы определяют с учетом гранулометрического состава, оструктуренности почвы, увлажненности зоны, биологических особенностей культуры и проявления эрозии. Например, для зерновых колосовых культур Нечерноземья степень крошения (доля комков диаметром 0,25—30 мм) дерново-подзолистых и серых лесных почв пахотного слоя должна быть не менее 80 %, а глыбистость поверхностного слоя почвы — до 20 %.

Применение тяжелых почвообрабатывающих машин и транспортных средств приводит к сильному уплотнению почвы (до 1,35—1,55 г/см³), ухудшению физико-механических свойств и снижению, например, всхожести семян озимой пшеницы с 81,1 до 60,7 %. Это вызывает необходимость глубокого рыхления с помощью безотвальных, чизельных орудий, плугов-глубокорыхлителей и других приспособлений, которые служат эффективным средством разуплотнения почвы как пахотного, так и подпахотного слоев и улучшения воздухо- и водопроницаемости почвы.

Значительное влияние на рост корневых систем и проникнове-

ние корней в почву оказывает механическое сопротивление — *твердость почвы*. Сильное уплотнение почвы при высушивании и повышение при этом твердости выше критических значений (более 10 кг/см² для зерновых культур) снижают рост корней и увеличивают затраты энергии растений на преодоление сопротивления почвы. Благодаря обработке, глубокому рыхлению облегчаются проникновение корней в глубокие слои почвы и поглощение ими воды, питательных веществ. Это особенно важно для формирования полноценных корнеплодов у сахарной свеклы, моркови, клубней у картофеля.

Обработка почвы в системах ландшафтного земледелия должна иметь почвозащитную и энергосберегающую направленность. На склоновых землях, подверженных водной эрозии, почвозащитные технологии обработки разрабатывают на основе специальных приемов глубокого безотвального рыхления, чизелевания, щелевания, прерывистого бороздования, а также контурной вспашки с поделкой гребней, лунок и др. Эти приемы позволяют снизить в 2—2,5 раза сток талых вод, а смыв почвы уменьшить в 2,5—11 раз. При этом эффективность минеральных удобрений повышается на 10—12 %, урожайность зерновых культур — на 0,15—0,2 т/га.

В севооборотах агроландшафтов степной и лесостепной зон, подверженных ветровой эрозии, система почвозащитной обработки базируется на мульчирующей, полосной и других минимальных обработках с применением рыхлящих, но не оборачивающих пласт рабочих органов орудий (плоскорезов, параплау, чизелей, стоек СибИМЭ, сеялок прямого посева), сохраняющих пожнивные остатки на поверхности почвы.

1.4. АГРОХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Способы основной обработки оказывают существенное влияние на распределение в почве органического вещества, вносимых удобрений, доступность растениям элементов минерального питания, процессы гумификации растительных остатков и синтеза биологического азота. Вспашка, фрезерная основная обработка создают сравнительно однородный по гумусированности пахотный слой за счет лучшего перемешивания слоев почвы. Безотвальная и минимальная обработки (поверхностная, мелкая, дисковая, плоскорезная) приводят к резкой дифференциации почвы пахотного слоя по плодородию, особенно на фоне вносимых удобрений.

В верхнем (0—10 см) слое больше накапливается фосфора и калия, он более оструктурен и имеет лучшие поглотительные свойства. Это обусловлено большим количеством корневых остатков и локализацией фосфора и калия в верхнем слое за счет вносимых органических и минеральных удобрений. Внесение высоких доз фосфорных и калийных удобрений может превысить допустимую

оптимальную нагрузку на почву и корневую систему растений, что повлечет снижение плодородия и урожайности культур.

В то же время, концентрируя питательные вещества в верхнем (0—10 см) слое при поверхностной и мелкой обработках, происходит обеднение ими более глубоких слоев корнеобитаемой зоны. При отсутствии осадков поверхностный слой пересыхает и находящиеся в нем питательные вещества становятся недоступными. Эти отрицательные явления можно избежать при применении периодической вспашки в севообороте, которая обеспечивает оборачивание и лучшее перемешивание слоев почвы. Кроме того, она устраняет и концентрацию пожнивных остатков (за исключением эрозивно опасных земель), приводящую к токсикозу почвы продуктами разложения, снижению полевой всхожести семян при минимализации обработки почвы.

Взросшее применение химических средств защиты растений вызывает необходимость использования интенсивных систем обработки, направленных на улучшение аэрации почвы и ускорение микробной детоксикации пестицидов, например прометрина. Это способствует очищению почвы от загрязнения.

Значительная роль в повышении плодородия почв принадлежит биологическим процессам, активность которых определяется условиями, создаваемыми обработкой почвы. Поэтому обработка почвы — важнейшее средство регулирования жизнедеятельности почвенной микрофлоры, ее численности и видового состава. Рыхление почвы улучшает аэрацию, ее увлажнение и увеличивает численность бактерий, плесневых грибов, актиномицетов и других микроорганизмов, разлагающих углеродосодержащие растительные вещества. Усиление жизнедеятельности аэробных микроорганизмов при этом ускоряет разложение гумуса и высвобождение элементов минерального питания. При этом повышаются биологическая активность (по СО₂) и тарификационная способность почвы, что создает лучший режим питания растений, особенно азотом.

При уменьшении интенсивности и глубины рыхления, применении мелкой или поверхностной обработки снижается активность почвенной микрофлоры и предохраняются от разложения гумусовые вещества, которые служат потенциальным источником элементов питания растений и средством улучшения структуры и физических свойств почвы. Так, замена вспашки безотвальной плоскорезной обработкой повышает коэффициент гумификации органического вещества на 20—30 %, а на легких супесчаных почвах до — 40 %, что увеличивает гумусонакопление. При внесении извести на кислых почвах этот процесс смещается к синтезу наиболее ценных гуминовых кислот.

Способ и глубина обработки влияют на инфекционный потенциал почвы и ее засоренность. Например, при ежегодной плоскорезной обработке в течение 5—7 лет увеличивается повреждаемость ячменя корневыми гнилями на 11,3—12,4 %, овса — на 6,9—8,3 %, азасорен-

ность — в 2 раза. Повышение засоренности посевов при безотвальной обработке и приемах минимализации, увеличение пораженное™ культур болезнями и вредителями создают предпосылки для чередования разных способов и глубины обработки почвы в севооборотах.

Как средство улучшения фитосанитарного состояния почвы и посевов следует рассматривать систему паровой и полупаровой, зяблевой обработок. Например, эффективным средством снижения численности проволочников, злаковых тлей служит своевременная система зяблевой обработки почвы. Лушение стерни и зяблевая вспашка плугом с предплужником обеспечивают глубокую заделку в почву семян сорняков, стерни, а вместе с ними личинок шведской и гессенской мух, гусениц озимой совки, вызывая их гибель. При этом уничтожаются споры линейной и бурой ржавчины, инфекции, корневых гнилей, септориоза. Уничтожая обработкой сорняки, применяя углубление пахотного слоя, плоскорезную, чизельную обработки в засушливых условиях, мы улучшаем влагообеспеченность растений, ускоряем их рост. В результате снижается поражаемость культур вредителями и болезнями.

1.5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Под воздействием орудий происходит изменение физического состояния почвы и ее свойств, которое характеризуется рядом технологических операций. Основными из них являются: оборачивание, рыхление, крошение, перемешивание, уплотнение, выравнивание поверхности почвы, подрезание сорняков и создание на поверхности почвы микрорельефа (гребней, лунок, борозд, щелей и т. д.) и сохранение стерни.

Оборачивание — взаимное перемещение в вертикальном направлении слоев или горизонтов почвы, различающихся по содержанию влаги, гумуса, питательных веществ и другим агрономическим свойствам. При оборачивании происходит заделка дернины, растительных остатков, удобрений, осыпавшихся семян и вегетативных органов размножения сорняков, возбудителей болезней и вредителей культур. Причиной оборачивания является дифференциация почвы пахотного слоя по плодородию, которая сильно выражена в увлажненных районах при низкой культуре земледелия.

Под воздействием удобрений, растений, света, микроорганизмов, обработки почвы верхний слой приобретает более высокие структурность, биогенность и плодородие по сравнению с нижним горизонтом. В нем больше содержится гумуса, питательных веществ и микроорганизмов. Оборачивание улучшает свойства и плодородие нижней части пахотного слоя, особенно при внесении удобрений, мелиорантов. Этому способствует и вовлечение илстых и мелкодисперсных фракций в пахотный слой. На тяжелых, переувлажненных почвах оно снижает вредное действие на растение закисных соединений.

В районах с ветровой эрозией и в засушливых условиях нет необходимости в оборачивании пласта, так как это усиливает иссушение и эрозию почвы.

Оборачивание выполняют плугами, лемешными лушильниками и другими орудиями.

Рыхление почвы — это изменение взаимного расположения почвенных отдельностей (комков, агрегатов) с образованием более крупных пор. Оно увеличивает некапиллярную пористость и аэрацию почвы. При рыхлении улучшаются водо- и воздухопроницаемость, изменяется тепловой режим, что активизирует деятельность почвенных микроорганизмов. В этих условиях повышается доступность растениям влаги, питательных веществ, облегчается проникновение корней растений в глубокие слои почвы и перенесение засухи. Более рыхлое состояние почвы необходимо для пропашных культур и в меньшей степени — для культур сплошного посева.

Поверхностным рыхлением уничтожают почвенную корку, создают мульчирующий слой. Рыхление выполняют орудиями с пассивными и активными рабочими органами: плугами, культиваторами, лушильниками, боронами, фрезами и др.

Крошение — дробление крупных комков и глыб с уменьшением их размеров. Его осуществляют чаще всего одновременно с другими технологическими операциями. При крошении уменьшается испарение влаги, ускоряются появление всходов и рост растений, обеспечивается равномерная заделка семян. Для крошения глыб используют дисковые бороны, катки и др.

Перемешивание почвы создает однородный обрабатываемый слой почвы, в котором равномерно распределены продукты разложения органических веществ, органические и минеральные удобрения. Перемешивание почвы с известью или гипсом устраняет повышенную кислотность, а на солонцах — чрезмерную засоленность, улучшает доступность растениям питательных веществ. Эту технологическую операцию осуществляют плугами без предплужников, отвальными и дисковыми лушильниками и почвенными фрезами.

Уплотнением почвы изменяют взаимное расположение почвенных отдельностей с образованием более мелких пор. При уплотнении уменьшается некапиллярная порозность, увеличивается объем более мелких капиллярных пор, происходит более тесное соприкосновение семян с почвой. В засушливых условиях уплотнение уменьшает проветривание почвы, испарение влаги и обеспечивает лучшее снабжение прорастающих семян водой и дружное появление всходов. В районах с недостатком тепла уплотненная почва весной лучше прогревается. Уплотнение почвы проводят катками с различной рабочей поверхностью и другими орудиями.

Выравнивание поверхности почвы — устранение неровностей поверхности почвы. Оно необходимо для уменьшения испарения влаги из почвы, подготовки участка к орошению, равномерной заделки семян, качественной работы посевных и уборочных машин и по

уходу за растениями. Выравнивание осуществляют шлейфами, волокушами, боронами, катками. В условиях орошаемого земледелия используют грейдеры, бульдозеры и планировщики (П-4, П-3, П-2,8).

Подрезание сорняков осуществляют одновременно с рыхлением, оборачиванием и перемешиванием почвы при вспашке, лушении, культивации или для этого используют специальные ножевые, штанговые и другие культиваторы.

Создание микрорельефа (борозд, гряд, гребней, щелей, лунок, микролиманов) на поверхности почвы необходимо для регулирования водного, воздушного, питательного режимов на склоновых землях, подверженных водной эрозии. Оно предотвращает сток воды, а с ней питательных веществ, смыв почвы. С помощью борозд отводят избыточную воду на переувлажненных, осушенных землях, проводят орошение. Эти работы выполняют с помощью борозделателей, окучников, грядоделателей, приспособлений к плугам.

Сохранение стерни на поверхности почвы, подверженной эрозии, достигается применением культиваторов-плоскорезов, игольчатых борон, стерневых сеялок и др. Стерня снижает скорость ветра, предохраняет почву от выдувания, способствует накоплению снега и уменьшает глубину промерзания почвы. Создание мульчирующего слоя ускоряет поглощение атмосферных осадков и предохраняет почву от иссушения.

1.6. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ

К физико-механическим относят совокупность свойств почвы, характеризующих ее физическое состояние и отношение к внешним и внутренним механическим воздействиям: связность, твердость, пластичность, липкость, физическую спелость, набухание, усадку и др. Они обуславливают качество выполнения технологических операций (крошение, рыхление, уплотнение и др.) и степень деформации почвы при работе сельскохозяйственных машин и орудий.

Физико-механические свойства оказывают большое влияние на рост корней растений, глубину их проникновения, появление всходов. На технологические свойства существенно влияют влажность, гранулометрический состав почвы, ее гумусированность, структура, состав поглощенных катионов.

Связность — свойство почвы оказывать сопротивление разрывающему усилию. Наибольшей связностью в сухом состоянии обладают тяжелые глинистые почвы и солонцы. При сильном иссушении они плохо крошатся, образуют сильную глыбистость и требуют для обработки значительных энергетических затрат. И, наоборот, при увлажнении они прилипают к поверхности рабочих органов. Наименьшей связностью обладают легкие и хорошо оструктуренные

почвы. Поэтому такие почвы обрабатывают при широком интервале влажности. Связность придает почве устойчивость против эрозии.

Твердость — свойство почвы в естественном состоянии оказывать сопротивление расклиниванию, сжатию, разрезанию. Величина твердости зависит от влажности почвы, ее оструктуренности, гранулометрического состава и других свойств. При иссушении почвы твердость увеличивается, корни растений и всходы культур испытывают большое сопротивление почвы. Кроме того, возрастают удельное сопротивление почвы при ее обработке, затраты энергии и износ рабочих органов орудий. Наименьшей твердостью обладают хорошо оструктуренные почвы и черноземы. Оптимальная твердость черноземной почвы при влажности 0,7 НВ составляет для зерновых колосовых культур 7—9,9 кг/см², кукурузы — 5,2—7,2, для картофеля — до 5 кг/см².

Пластичность — способность влажной почвы под воздействием внешних сил изменять и сохранять приданную ей форму, деформироваться без образования трещин. Она проявляется в определенном интервале влажности. Верхний предел пластичности устанавливает влажность нижней границы текучести. Нижний предел пластичности — это влажность границы перехода полутвердой консистенции в вязкопластичную (раскатывание почвы в шнур). Разница между верхним и нижним пределами измеряется числом пластичности: у супесчаных от 0 до 7, у суглинистых от 7 до 17, у глинистых более 17.

Липкость — это способность почвы при определенной влажности прилипать к поверхности рабочих органов почвообрабатывающих орудий. Проявляется она при увеличении влажности почвы до определенного предела, когда сцепление между частицами меньше, чем между почвой и рабочей поверхностью орудий. С повышением сцепления она уменьшается.

При обработке почвы липкость оказывает отрицательное влияние: почва плохо крошится, прилипает к поверхности орудий, увеличивается тяговое сопротивление, ухудшается качество обработки. Поэтому для качественной обработки определяют оптимальный интервал влажности почвы, при котором она хорошо крошится на комочки, не прилипает к орудиям и обрабатывается с наименьшими затратами энергии. Это состояние называют *физической спелостью почвы*. Для суглинистых почв она находится в интервале влажности 40—60 % НВ, для глинистых — 50—65 % НВ. Более широкий интервал оптимальной влажности для обработки имеют легкие почвы — 40—70 % НВ. В связи с большим уплотнением почв под действием тяжелой техники основную обработку проводят при более узком интервале влажности — 60—70 % НВ.

Высокое качество обработки с наименьшим тяговым сопротивлением обеспечивается при влажности почвы 14—18 % НВ (табл. 32).

32. Интервалы влажности почвы для качественной ее обработки (по Пронину), %

Тип почвы	Предел влажности		Интервал влажности	
	нижний (глыбооб- разование)	верхний (залипание)	агротехни- чески допус- тимый для обработки почвы	для высоко- качественной обработки и наименьшего сопротивления
Дерново-подзолистые	11	22	12-21	15-18
Серые лесные	14	24	15-23	17-18
Черноземы	13	25	15-24	15-18
Каштановые	12	24	13-23	14-16
Каштановые солонцеватые	12	21	13-20	16-17
Серо-бурые и бурые	13	21	14-20	15-17
Сероземы	14	21	12-24	—

При обработке сухой почвы она плохо крошится, образуется сильная глыбистость, для разделки которой требуются дополнительные обработки, что приводит к распылению и чрезмерному уплотнению почвы.

Наиболее качественного рыхления достигают при физической спелости почвы на глубину при весеннем бороновании зяби и культивации 6—10 см, при весновспашке — 16—20 см.

От влажности почвы зависит не только срок обработки, но и выбор почвообрабатывающих орудий. Дисковые и фрезерные орудия применяют для обработки почв с большей (на 2—3 %) влажностью по сравнению с агрегатами со стрельчатыми, плоскорежущими, долотообразными рабочими органами. При увеличении скорости движения агрегатов, например при вспашке, до 2,50—3,33 м/сек интервал оптимальной влажности почвы расширяется и почву можно обрабатывать при влажности 18—20 % НВ, не ухудшая качество крошения.

Уменьшению липкости почв способствуют мероприятия по повышению плодородия и оструктуриванию почв: внесение органических удобрений, известкование кислых почв, гипсование засоленных, осушение переувлажненных земель, а также покрытие поверхностей рабочих органов полимерными материалами, применение пластинчатых отвалов на корпусах плугов и др.

Глава 2

ПРИЕМЫ ОСНОВНОЙ, ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ И УСЛОВИЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1. ПРИЕМЫ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

Основная обработка — это наиболее глубокая сплошная обработка почвы под определенную культуру, существенно изменяющая сложение большей части пахотного слоя. Ее выполняют различными способами, под которыми понимают воздействие на почву рабо-

чими органами почвообрабатывающих машин и орудий с целью изменения плотности сложения или взаимного перемещения слоев или генетических горизонтов.

В зависимости от воздействия на почву применяемых орудий и изменения физического состояния почвы основную обработку чаще всего выполняют тремя способами: отвальным с частичным или полным оборачиванием пласта; безотвальным с рыхлением почвы без оборота пласта; с перемешиванием почвы всего обрабатываемого слоя или его части (фрезерная, роторная и др.).

Для выполнения основной обработки почвы используют: общие приемы — вспашку, безотвальное рыхление, глубокую плоскорезную обработку, фрезерование, чизелевание и др.; специальные приемы — двухъярусную, трехъярусную, плантажную вспашку, шелевание, кротование и др. Под *приемом обработки* понимают однократное воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий для выполнения одной или нескольких технологических операций.

В зависимости от глубины воздействия на почву различных орудий различают приемы поверхностной (на глубину до 8 см) и мелкой обработки почвы (на глубину от 8 до 16 см).

Вспашка — прием основной обработки почвы, обеспечивающий оборачивание обрабатываемого слоя не менее чем на 135°, частичное перемешивание и рыхление почвы, а также подрезание подземной части растений, заделку удобрений и растительных остатков. Вспашка изменяет строение пахотного слоя, придавая ему рыхлое комковатое состояние, в результате чего улучшаются водный и воздушный режимы.

Усиление аэрации почвы при вспашке активизирует деятельность почвенной микрофлоры и способствует накоплению доступных растениям питательных веществ. Большая часть семян сорняков перемещается при вспашке в глубокие слои почвы, теряет всхожесть, а проросшие погибают, не достигнув поверхности. Глубокая заделка подрезанных вегетативных органов размножения многолетних сорняков замедляет их прорастание и способствует отмиранию.

Для вспашки применяют отвальные корпуса с культурной, винтовой и полувинтовой формами рабочей поверхности. Наряду с этим плуги могут быть оборудованы корпусами различной конструкции: вырезными, почвоуглубителем, с выдвижным долотом, дисковыми и др. (рис. 16).

Интенсивность крошения и степень оборачивания пласта зависят от конструкции корпуса плуга, формы отвала и скорости движения агрегата. Плуги с винтовыми и полувинтовыми отвалами наиболее полно оборачивают пласт, но слабо его крошат. Поэтому их применяют для вспашки тяжелых по гранулометрическому составу и задернелых почв, многолетних трав и вновь осваиваемых земель.

Используемые для вспашки старопахотных почв современные

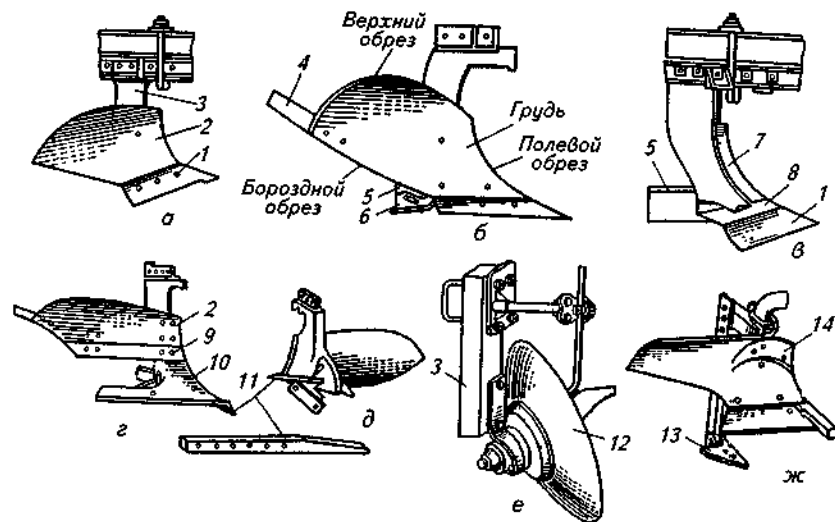


Рис. 16. Корпуса плуга:

а — культурный; б — полувинтовой; в — безотвальный; г — вырезной; д — с выдвижным долотом; е — дисковый; ж — с почвоуглубителем, 1 — лемех; 2 — отвал; 3 — стойка корпуса; 4 — перо отвала; 5 — полевая доска; 6 — пятка полевой доски; 7 — щиток; 8 — уширитель; 9, 10 — верхний и нижний лемеха; 11 — долото; 12 — диск; 13 — почвоуглубительная лапа; 14 — углосним

плуги снабжены культурными отвалами, которые хорошо крошат, оборачивают пласт и заделывают растительные остатки. Вспашка плугами с предплужниками получила название *культурной*. Для лучшего крошения и оборачивания пласта при вспашке впереди корпуса плуга ставят предплужник, который отрезает верхнюю часть пахотного слоя на глубину 8—12 см и шириной $\frac{2}{3}$ ширины захвата корпуса и сбрасывает на дно борозды. Основным корпусом плуга поднимает нижележащий слой почвы, крошит его и засыпает сброшенный пласт (рис. 17). При оборачивании происходит заделка дернины, удобрений, семян, вегетативных органов размножения сорняков, создаются хорошие условия для разложения растительных остатков и уничтожения вредителей и возбудителей болезней. Оборачивание в условиях высокого увлажнения препятствует вымыванию из верхнего слоя коллоидных частиц и питательных веществ. Для вспашки почв, засоренных камнями, на корпусах плуга устанавливают углосним, который срезает угол пласта во время его движения по отвалу.

Лучшее качество вспашки особенно тяжелых, задернелых почв обеспечивает фронтальный плуг типа ЛФ-2А. Он снабжен двумя корпусами (лево- и правооборачивающими пласт), которые оборачивают пласты на 180°. Дополнительный корпус, установленный за

основным корпусом (заплужник), подрезает нижние ребра пластов и совместно с основными корпусами укладывает пласты в борозду. Получается выровненная поверхность поля без гребней и развальных борозд (рис. 18).

Глубина вспашки зависит от зональных особенностей, мощности пахотного слоя и типа почвы, биологических особенностей культуры, а также от глубины основной обработки почвы под предшествующие культуры, обилия сорных растений. Вспашку на глубину менее 20 см считают мелкой, на глубину 20—23 — обычной, 24—40 — глубокой, а глубже 40 см — плантажной. На дерново-подзолистых почвах вспашку проводят на глубину 20—22 см, на хорошо окультуренных, серых лесных — до 26—28 см, а на черноземных почвах под пропашные культуры (сахарную свеклу, подсолнечник и др.) пахот до глубины 28—32 см.

Время вспашки определяется почвенно-климатическими усло-

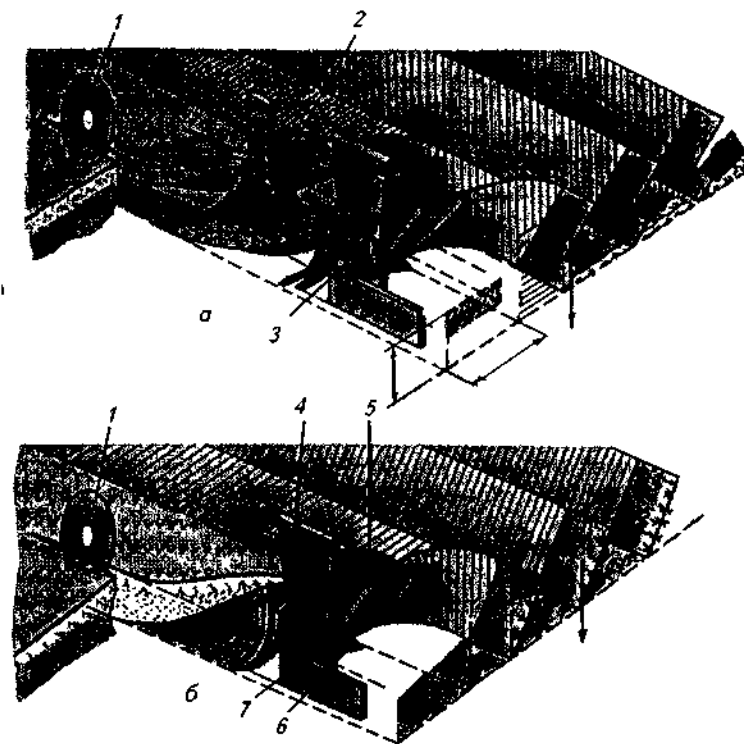


Рис. 17. Оборот пласта корпусом плуга:

а — с предплужником; б — без предплужника; 1 — нож; 2 — предплужник; 3 — корпус, 4 — стойка; 5 — отвал; 6 — лемех; 7 — полевая доска

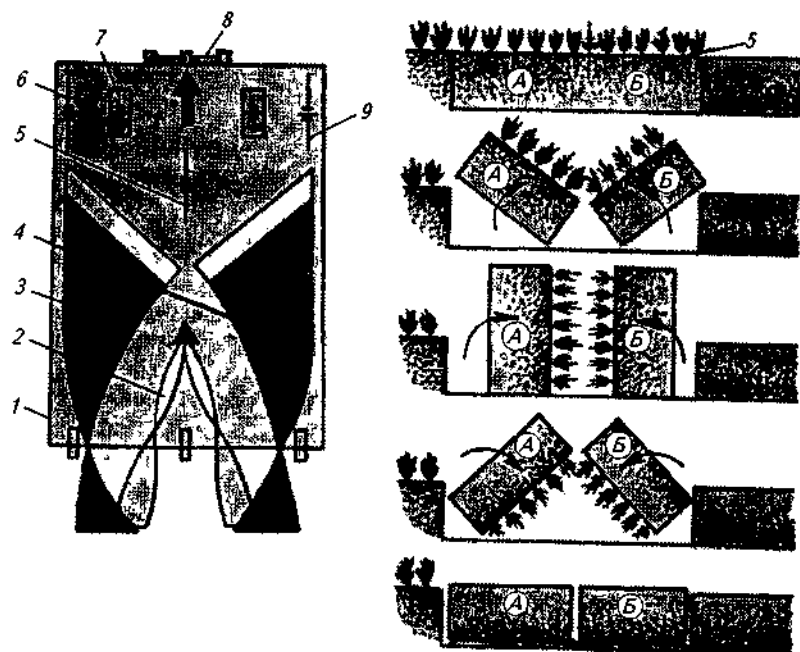


Рис. 18. Схема рабочего процесса фронтального плуга:

/-рама, 2-запужник, 3, 4-основные корпуса, 5, 6 и 9-дисковые ножи, 7-колесо 8-навеска, А и Б — пласты

виями, увлажнением почвы и особенностями возделываемых культур. Под яровые культуры зяблевую обработку проводят после уборки предшественников, весновспашку — при физической спелости почв, а при возделывании озимых — за 2—3 нед до посева.

Для вспашки почвы используют навесные (ПЛН-3-35, ПЛН-4-35, ПЛН-5-35), полунавесные (ПТК-9-35, ШШ-6-35, ПНИ-6-40), фронтальные (ПФ-2А), прицепные (ПЛ-5-35) и плуги других марок.

Безотвальная обработка почвы — прием рыхления почвы орудиями без ее оборачивания. Ее широко применяют в условиях недостаточного увлажнения, в степных районах, подверженных ветровой эрозии. При такой обработке почву рыхлят с оставлением до 50 % стерни на поверхности поля, а также хорошо подрезаются сорняки. Стерня задерживает снег, снижает в 1,5—2 раза скорость ветра в приземном слое и повышает устойчивость почвы против выдувания.

В Зауралье широкое применение получила разработанная Т. С. Мальцевым система безотвальной обработки почвы, в кото-

рой исключается вспашка с оборотом пласта. Глубокое же безотвальное рыхление почвы на 35—40 см, проводимое один раз в 3—5 лет, сочетают с ежегодными мелкими обработками: лущением или дискованием на 10—12 см.

На полях, обработанных безотвальными орудиями, почва промерзает на меньшую глубину и весной несколько раньше оттаивает. Талые воды хорошо поглощаются почвой, уменьшается их сток, вследствие чего запасы воды в почве повышаются в 1,5—2 раза по сравнению с отвальной обработкой.

Глубокое безотвальное рыхление на 25—27 см проводят при осенней зяблевой обработке, особенно под пропашные, в чистых парах, для предпосадочного рыхления под картофель и другие культуры. Выполняют его безотвальными плугами конструкции Т. С. Мальцева, плугами со снятыми отвалами, безотвальными орудиями типа параплау, плугами со стойками СибИМЭ, плугами-глубокорыхлителями.

Однако безотвальная обработка имеет и отрицательные стороны: накопление семян и вегетативных органов размножения, сорняков, возбудителей болезней в верхнем слое почвы, что ухудшает фитосанитарное состояние почвы.

Чизелевание — прием обработки почвы с помощью чизельных орудий, обеспечивающий ее рыхление и частичное перемешивание. Чизелевание применяют для сплошного глубокого рыхления почвы без оборачивания пласта под культуры сплошного посева и пропашные, при уходе за парами, а также для углубления и окультуривания пахотного слоя подзолистых, засоленных и других почв. Глубина рыхления составляет 20—40 см.

Рыхление плужной подошвы и уплотненных слоев при чизелевании облегчает проникновение в почву йоды, воздуха и корней растений. Поэтому его применяют для улучшения водопроницаемости тяжелых и засоленных почв при проведении промывных и влагозарядковых поливов. Этот прием эффективен для предпосадочного глубокого рыхления почвы при возделывании картофеля, корнеплодов, кормовых культур особенно на тяжелых, легкозаплывающих почвах.

Для обработки используют чизельные плуги ПЧ-2,5, ПЧ-4,5, оборудованные приспособлениями для выравнивания гребней ПСТ-2,5 и ПСТ-4,5. Урожайность культур от проведения чизелевания повышается на 15—20 %.

Плоскорезная обработка — безотвальная обработка почвы плоскорезными орудиями с сохранением большей части пожнивных, растительных остатков на поверхности поля, обеспечивающая рыхление почвы и подрезание сорняков. Ее применяют в районах ветровой эрозии и в засушливых условиях, при уходе за чистыми и кулисными парами, в системе зяблевой и предпосевной обработок почвы под озимые и яровые культуры.

Этот прием позволяет оставлять на поверхности поля до 80—

90 % пожнивных остатков, которые в 2 раза уменьшают скорость ветра в приземном слое, снижают интенсивность испарения почвенной влаги летом, а зимой задерживают снег. Сохранившаяся при обработке стерня защищает почву от выдувания. Особенно важное значение приобретает плоскорезная обработка почвы в годы с недостаточными осенними и зимними осадками: прибавка урожайности зерновых культур составляет от 0,2 до 0,4 т/га.

Глубина и количество обработок зависят от почвенных и погодных условий, а также от засоренности поля. Более глубокую (16—30 см) плоскорезную обработку проводят гаускорезами-глубокорыхлителями КПГ-250А, КПТ-2-150, ПГ-3-5, ПГ-3-100 (рис. 19). Мелкую (7—16 см) обработку выполняют культиваторами-плоскорезами КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11.

Для внутрипочвенного внесения гранулированных минеральных удобрений применяют плоскорезы-глубокорыхлители типа КПГ-2,2, оборудованные специальными устройствами. Мульчирующий слой на поверхности почвы и хорошее ее крошение обеспечивают штанговые культиваторы типа КШ-3,6; при этом образуется более ветроустойчивая поверхность поля. Эти культиваторы применяют для предпосевной подготовки поля под озимые и яровые зерновые культуры, сплошного рыхления почвы при уходе за парами.

Несмотря на высокую почвозащитную эффективность плоскорезной обработки, меньшую ее энергоемкость по сравнению с отвальной обработкой, она усиливает засоренность и ухудшает фитосанитарное состояние почвы. Поэтому в севооборотах ее сочетают с отвальной обработкой или применением гербицидов.

Фрезерование — прием обработки почвы фрезой, обеспечивающий интенсивное рыхление, тщательное ее перемешивание. В основу работы фрезы положен роторный принцип: слои почвы захватываются ножами, укрепленными на горизонтально вращающемся барабане, и с силой отбрасываются к защитному кожуху. В результате почва крошится на мелкие комочки, хорошо разрыхляется, пе-

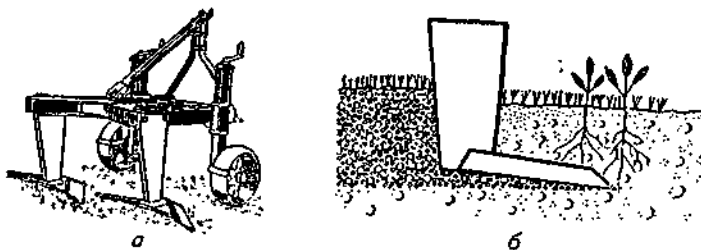


Рис. 19. Культиватор-плоскорез-глубокорыхлитель КПГ-250:

а — культиватор; б — схема рабочего процесса

ремешивается с удобрениями и известью. За один проход фрезы можно качественно подготовить почву для посева зерновых, кормовых и овощных культур. Поэтому фрезерной обработкой заменяют вспашку, культивацию и другие приемы рыхления почвы.

Глубина фрезерной обработки под картофель, корнеплоды и овощные культуры составляет 15—20 см, а под зерновые — 8—12 см. Фрезерование — эффективный прием для междурядной обработки садов, ягодников, пропашных культур. С помощью дополнительных приспособлений к фрезам можно нарезать гребни, осуществлять поделку гряд в овощеводстве.

Чаще всего фрезерование совмещают с другими приемами: внесением удобрений, применением гербицидов, посевом культур, выравниванием и прикатыванием почвы. Примером могут служить комбинированные посевные агрегаты для зерновых культур КА-3,6, КА-7,2 (фреза + зерновая сеялка), КФС-3,6 и др. Для фрезерования почвы используют садовые фрезы — ФПШ-200, ФСН-0,9А, полевые — КФГ-3,6, КФ-5,4, болотные — ФБН-2, ФБН-1,5 и др.

Фрезерная обработка обеспечивает высокую степень крошения почвы без образования глыб, что повышает полевую всхожесть семян, например зерновых культур, на 15—25 %, а следовательно, и урожайность. Фрезерование переувлажненной почвы перед посевом вызывает ее заплывание, что может снизить полевую всхожесть и урожайность культур. Следовательно, этот прием надо применять в засушливые годы. Длительное применение фрезерной обработки почвы в полевых севооборотах повышает засоренность посевов, особенно корневищными и корнеотпрысковыми сорняками.

Вспашка поля. Организация работы при вспашке поля включает подготовку поля, выбор направления вспашки, способы движения агрегата и работу агрегата при вспашке загона.

Подготовка поля включает очистку от камней, соломы, растительных остатков стеблей, выравнивание поверхности поля, разбивку его на загоны (участки), отбивку поворотных полос, пропашку контрольных борозд и свальных гребней.

Направление и способ движения агрегата при вспашке определяются размерами, конфигурацией поля, длиной гона, уклоном поля и другими условиями. На простых склонах пахут в направлении, перпендикулярном склоновому стоку, на сложных склонах — по контурам (контурная вспашка). На выровненных полях вспашку проводят в направлении, перпендикулярном предыдущей вспашке, а в районах ветровой эрозии — перпендикулярно господствующим ветрам. На почвах избыточного увлажнения при небольшом уклоне (1—2°) поля пахут вдоль склона, а при большем уклоне — по диагонали поля для более равномерного стока излишней воды.

Перед вспашкой поле разбивают на загоны (участки) с параллельными сторонами, что позволяет обеспечить прямолинейное движение агрегата. Линию первого прохода агрегата отмечают вешками.

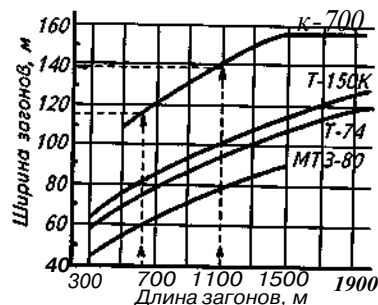


Рис. 20. Определение оптимальной ширины загона в зависимости от длины загона и мощности трактора (по Риекстиньш)

Ширину загона устанавливают в зависимости от длины гона, числа корпусов на плуге и способа движения агрегата. С учетом этих показателей ее определяют по справочным таблицам или по графику (рис. 20). На концах поля отбивают поворотные полосы для разворота агрегата. Для тракторов МТЗ-80, МТЗ-82 с трехкорпусным плугом ширина составляет 9–12 м, для тракторов ДТ-75, Т-74 с четырехкорпусным плугом — 12–15, а для тракторов Т-150К, К-701 — 24–30 м.

После разбивки поля на всех нечетных загонах проводят вспашку свальный гребня (рис. 21). Чаше

всего ее выполняют методом отпашки за три прохода агрегата. При первом проходе плуг настраивают так, чтобы первый корпус шел по поверхности поля, а последний пахал на заданную глубину. Для второго прохода все корпуса плуга устанавливают на заданную глубину и ведут его так, чтобы первый корпус шел по следу предпоследнего и частично засыпал открытую борозду при первом проходе. Третьим проходом пахотного агрегата формируют невысокий свальный гребень в соответствии с агротехническими требованиями.

При вспашке поля чаще всего применяют следующие способы движения агрегатов: петлевой с чередованием загонов всвал и враз-

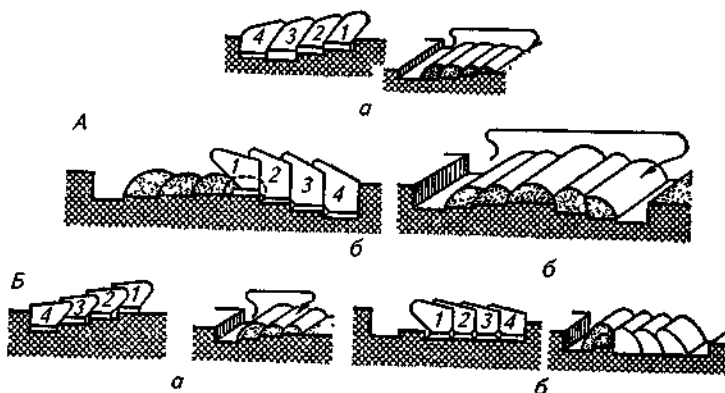
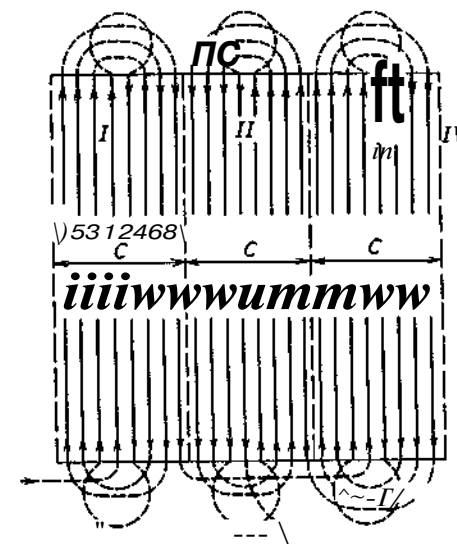


Рис. 21. Выполнение свала:

А — за два прохода агрегата, Б — за три прохода агрегата, а — положение плуга и почвы при первом проходе, б — положение плуга и почвы при втором проходе

Рис. 22. Схема загонной петлевой вспашки с чередованием загонов всвал и вразвал:

I–IV — номера загонов, 1–8 — номера заездов, С — ширина загонов



вал, комбинированный беспетлевой и беззагонно-круговой. Независимо от количества загонов на поле при петлевом способе нечетные загоны пахут всвал, четные — вразвал или наоборот. Если загон (участок) начинают пахать с середины, то в центре загона образуется свальный гребень, а по краям — борозды. Если вспашку начинают с периферии загона, то в середине загона образуется развальная борозда (рис. 22). При чередовании при вспашке загонов всвал и вразвал уменьшается количество свальных гребней и развальных борозд на поле.

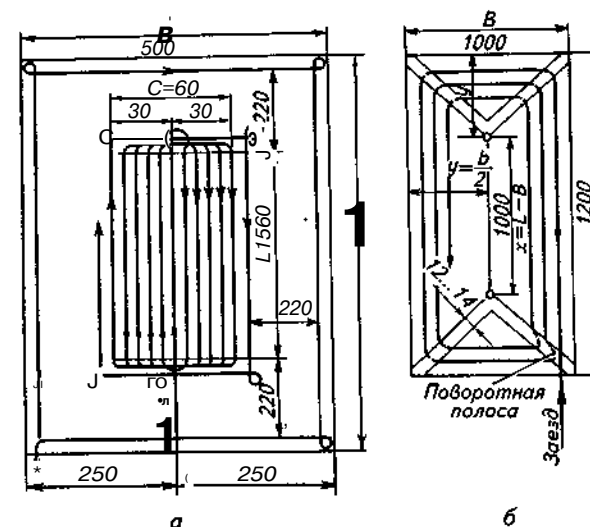


Рис. 23. Схема движения пахотного агрегата при беззагонно-круговом способе движения от центра к краю (а) и от края к центру (б):

L — длина участка, B — ширина

На полях с короткой длиной гона применяют комбинированный беспетлевой способ движения агрегата, при котором первый загон пахут вразвал, пока возможен беспетлевой поворот, затем оставшуюся часть загона допахивают вместе с соседним загонем.

Беззагонно-круговой способ применяют на выровненных полях прямоугольной или квадратной формы площадью не менее 50 га. При этом способе вспашку проводят вкруговую, начиная с середины поля к периферии или наоборот. Вначале в центре поля отбивают загон, который пахут всвал. Затем при достижении ширины вспаханного загона 30—40 м его начинают пахать вкруговую с левым разворотом на углах загона (рис. 23). Разбивку поля выполняют по формуле

$$l = \frac{A-a}{2},$$

где l — расстояние от края поля до начала загона, A — ширина поля, m , a — ширина загона, m

Этот способ вспашки обеспечивает ровную поверхность поля без свальных гребней и развальных борозд, высокую производительность агрегата при уменьшении расхода топлива. Ограничивают его применение сложность разбивки поля, неравномерность износа техники при постоянном левом развороте агрегата

2.2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИЕМЫ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

К ним относят многослойные (ярусные) обработки с использованием ярусных плугов, плантажную вспашку, щелевание, кротование и др.

Двухъярусная вспашка — глубокая (35—40 см) обработка почвы с оборачиванием верхней части пахотного слоя и одновременным рыхлением нижней части или взаимным перемещением в вертикальном направлении верхнего и нижнего слоев. При двухъярусной вспашке возможен и другой технологический процесс: рыхление верхней части пахотного слоя и оборачивание нижней. Она обеспечивает глубокую заделку сорняков, дернины, растительных остатков, что замедляет их разложение. При глубокой запашке семян сорняков, зимующих в стерне кулоков, спор грибов пораженность культур снижается на 60—70 %.

Двухъярусную вспашку применяют при окультуривании дерново-подзолистых почв, распашке пласта люцерны, при подготовке почвы под сахарную свеклу и другие технические культуры. Выполняют ее двух- и трехъярусными плугами ПД-3-35, ПНЯ-4-40, ПНЯ-6-40, плугами с вырезными корпусами.

Трехъярусная вспашка — обработка почвы (на глубину 40—50 см) с частичным или полным перемещением трех слоев (горизонтов): пахотный слой после оборачивания остается на поверхности, а под-

золистый и иллювиальный горизонты меняются местами (рис. 24). Выполняется она трехъярусными навесными плугами ПТН-3-40, ПТН-3-40А, ПНЯ-4-40, ПНЯ-6-40 и др. Корпуса этих плугов устанавливают в три яруса для послойной обработки трех слоев и в пахотный слой вовлекается почва нижних горизонтов. Такая обработ-

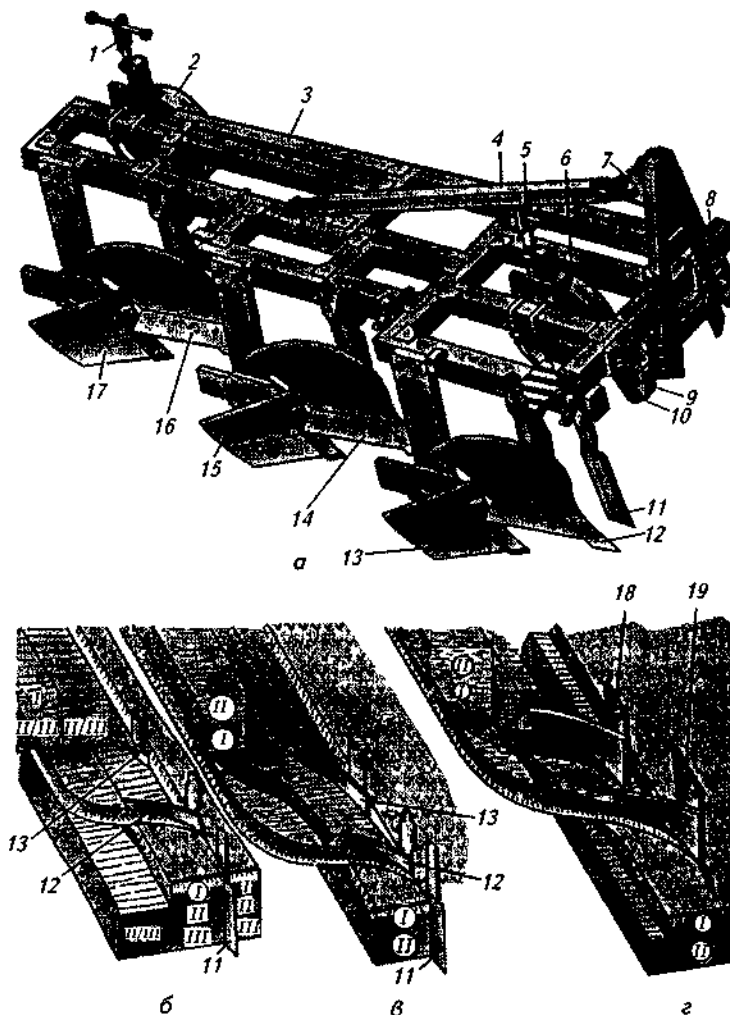


Рис. 24. Ярусный плуг ПТН-3-40 (а) и технологический процесс ярусной вспашки (б, в и г):

1к5 — винтовые механизмы, 2и 6 — опорные колеса, 3 — рама, 4 — тяга, 7 — замок навески, 8 — поперечная балка, 9 — кронштейн, 10 — отверстия, 11 — нож, 12, 14, 16 и 19 — корпуса верхнего яруса, 13, 15, 17 и 18 — корпуса нижнего яруса

ка обеспечивает хорошее рыхление и крошение почвы при делении пласта на две части, глубокую заделку растительных остатков и семян сорняков. Это в 2—3 раза снижает засоренность поля, создает благоприятные условия для биологических процессов и накопления влаги.

Применяют трехъярусную вспашку под технические культуры при окультуривании дерново-подзолистых почв и солонцов.

Плантажная вспашка — обработка почвы специальными плугами на глубину более 40 см. Ее проводят при окультуривании засоленных, песчаных почв, под плодовые насаждения, лесопосадки. При плантажной вспашке почву рыхлят на большую глубину, что способствует улучшению физических свойств и окультуриванию глуболежащих слоев. При этом создаются благоприятные условия для глубокого проникновения корней и роста растений.

Однако глубокая заделка плодородного гумусового горизонта, особенно на почвах с низким естественным плодородием, приводит к снижению урожайности. Это обусловлено тем, что плантажные плуги не обеспечивают полного оборачивания пласта и на поверхность извлекаются почвы с худшими свойствами. Поэтому при плантажной вспашке вносят большие дозы органических, минеральных удобрений, извести или гипса. Для послойной обработки на плантажных плугах устанавливают почвоуглубители, вырезные корпуса, двойные корпуса на разных уровнях и другие глубокорыхлящие рабочие органы.

С помощью двукратной вспашки на разную глубину на песчаных и супесчаных почвах можно создать слоистый профиль за счет прослоек из дернины, торфа в смеси с навозом. Слоистый профиль уменьшает водопроницаемость почвы, повышает ее влагоемкость и эффективность минеральных удобрений. Плантажную вспашку выполняют специальными плугами: ППУ-50А, ППН-40, ППН-50.

Щелевание — глубокое прорезание почвы с помощью щелевателей ШН-2-140, ШН-3-70 с целью повышения водопроницаемости, накопления воды и улучшения аэрации. Щелевание — эффективный прием борьбы с водной эрозией на склоновых землях, так как уменьшает сток воды и смыл почвы. При движении агрегата поперек склона щелеватель нарезает в почве щели шириной 3—5 см, глубиной 40—60 см с расстоянием между щелями 70—140 см, а на пологих склонах до 2 м. Специально оборудованные устройства заполняют щели рыхлой почвой со стерней и одновременно образуют над щелью водозадерживающие валики. Это позволяет обеспечить хорошую сохранность щелей до весны. На посевах озимых культур, многолетних трав, пастбищах осеннее щелевание по мерзлой (до 5—7 см) почве предупреждает гибель растений от вымокания и существенно повышает урожайность. Щелевание можно проводить одновременно со вспашкой переоборудованными плугами, плоскорезами-глубокорыхлителями и другими орудиями.

Жротование — агромелиоративный прием, обеспечивающий об-

разование в подпахотных слоях на глубине 35—40 см дрен-кротовин диаметром 6—8 см на расстоянии 0,7—1,4 м друг от друга. Полости-кротовины служат для отвода лишней воды на переувлажненных почвах, улучшают аэрацию почвы, а на склоновых землях предотвращают сток воды и смыл почвы. Выполняют кротование одновременно со вспашкой специальными кротователями, установленными на корпусе плуга, или рыхлителями-кротователями. Этот прием эффективен на тяжелых переувлажненных почвах, при близком залегании грунтовых вод, на осушенных дренажем землях.

2.3. ПРИЕМЫ ПОВЕРХНОСТНОЙ И МЕЛКОЙ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ

Поверхностная и мелкая обработки необходимы для уничтожения проростков сорняков, подготовки почвы для посева, ухода за парами, растениями и создания условий для выполнения работ на повышенных скоростях и высококачественной уборки урожая. К приемам такой обработки относят лущение, культивацию, боронование, прикатывание, шлейфование, малование и др.

Лущение — прием обработки почвы лущильниками, обеспечивающий рыхление, перемешивание и ее частичное оборачивание, а также подрезание сорняков. При лущении заделывают часть стерни, а вместе с ней семена сорняков во влажный слой почвы и тем самым создают благоприятные условия для их прорастания. Всходы и проростки сорняков затем легко уничтожают последующими обработками. Лущением частично уничтожают вредителей, возбудителей болезней, обитающих на стерне. С помощью лущения на поверхности поля создают рыхлый, мульчирующий слой почвы, который защищает почвенную влагу от испарения.

Лущение пересохшей плотной почвы после уборки зерновых культур обеспечивает хорошее качество последующей вспашки и облегчает ее проведение, не допуская дальнейшего иссушения.

Различают лущение жнивья, проводимое после уборки зерновых, зернобобовых и других культур сплошного посева, лущение почвы. Для лущения жнивья используют дисковые лущильники с плоскими дисками в степных районах и сферическими (вогнутыми) дисками в увлажненных. Они хорошо разрезают горизонтально расположенные корневища и отпрыски корней многолетних сорняков, стимулируя их прорастание.

Глубина лущения зависит от типа засоренности, влажности почвы в момент обработки и предшественника. При засоренности малолетними сорняками глубина работы дисковых лущильников составляет 4—5 см, корневищными — до 8—10 см. При иссушении почвы глубину обработки увеличивают за счет дополнительного груза или увеличения угла атаки до 30—35°. В таком положении диски хорошо подрезают и крошат пласты, заделывают растительные остатки и семена сорняков. Лущат жнивье поперек направления движения уборочных агрегатов на скорости не более 10 км/ч.

Для лущения почвы полей, особенно засоренных корневищными и корнеотпрысковыми сорняками, используют дисковые тяжелые бороны и лемешные лущильники. Они хорошо подрезают сорняки и оборачивают верхний слой почвы на глубину 12—17 см. Эти орудия применяют для предпосевной обработки почвы как прием ухода за чистыми парами, садами, а также в системе зяблевой и полупаровой обработок почвы. Особенно эффективно дискование на почвах тяжелого гранулометрического состава, на полях из-под многолетних трав, залежных землях. На переувлажненных почвах оно заменяет зяблевую вспашку. В районах, подверженных ветровой эрозии, вместо лущения проводят плоскорезную или другую обработку.

Культивация — прием сплошной или междурядной обработки почвы культиваторами, обеспечивающий ее крошение, рыхление, перемешивание, выравнивание поверхности пашни и подрезание сорняков. Основная задача культивации — подрезание всходов проростков сорняков, разрыхление почвы и выравнивание поверхности поля. В результате рыхления почвы, крошения глыб и крупных комков при культивации на поверхности создается рыхлый слой почвы. Это улучшает водный и воздушный режимы, ускоряет прогревание почвы весной, усиливает микробиологическую деятельность и создает благоприятные условия для накопления доступных растениям питательных веществ, роста культур. Культивацию проводят на глубину 5—12 см, чаще с одновременным боронованием.

Сплошную культивацию осуществляют для предпосевной подготовки почвы, в системе зяблевой обработки почвы, по уходу за чистыми и кулисными парами, при обработке почвы в садах. Предпосевная культивация обеспечивает заделку минеральных удобрений, гербицидов, извести и создает семенное ложе. Предпосевную культивацию проводят на глубину посева семян (4—6 см) или с учетом усадки почвы несколько глубже, особенно при орошении. Ее осуществляют поперек направления вспашки, по диагонали поля или поперек направления предшествующих обработок. Для этого применяют прицепные и навесные культиваторы с различными типами рабочих органов: плоскорезными, долотообразными, пружинными, игольчатыми дисками, штанговыми и др.

Хорошо рыхлят почву культиваторы с универсальными стрельчатыми и долотообразными рабочими органами, а с плоскорезными — подрезают сорняки. Пружинные культиваторы используют для рыхления почвы и вычесывания корневищ сорняков на поверхность. Культиваторы с игольчатыми дисками хорошо разрушают почвенную корку, рыхлят почву и уничтожают всходы сорняков.

В районах ветровой эрозии применяют противозерозионные культиваторы-плоскорезы (КПГ-2,2, КПШ-5, КПШ-9) с плоскорезными рабочими органами. Они обрабатывают почву на глубину 8—16 см с оставлением до 80 % стерни и растительных остатков

на поверхности поля, что позволяет уменьшить испарение почвенной воды и защитить почву от выщелачивания. Такие орудия используют для предпосевной подготовки почвы, ухода за парами для осенней безотвальной обработки на глубину 10—16 см.

Широко применяются тяжелые противоэрозионные культиваторы КПЭ-3,8 и КТС-10-1, снабженные пружинными упругими стойками лап, которые во время работы вибрируют и хорошо рыхлят уплотненную почву. При этом они не забиваются растительными остатками. Создание гребнистой поверхности вызывает необходимость установки на этих культиваторах штангового приспособления. Штанга квадратного сечения, вращаясь от привода колес в почве на глубине 4—5 см, извлекает на поверхность заделанную стерню, подрезанные сорняки и выравнивает почву.

Культиваторы-плоскорезы используют при подготовке почвы под озимые культуры, уходе за чистыми парами и в системе осенней обработки почвы. Эффективным орудием плоскорезной обработки пласта многолетних трав, а также паровой обработки является агрегат ОПТ-3-5, который рыхлит почву на глубину 10—16 см и подрезает корни растений.

Междурядную культивацию проводят для рыхления почвы и подрезания сорняков в междурядьях пропашных культур. На посадках картофеля используют окучники, которые присыпают почву к растениям. Во избежание повреждения растений по обе стороны рядка оставляют защитные полосы шириной 10—15 см, а культиваторы оборудуют предохранителями. Для междурядной обработки используют универсальные (КРН-4,2, КРН-5,6, КОН-2,8, УСМК-5,4А) культиваторы-растениепитатели, которые одновременно с обработкой вносят в почву минеральные удобрения.

Боронование — прием обработки почвы зубовой или игольчатой бороной, обеспечивающий крошение, рыхление и выравнивание поверхности поля, а также уничтожение проростков и всходов сорняков. Его применяют в системе предпосевной обработки почвы или как прием ухода за посевами культур, парами, пастбищами и многолетними травами. Боронование можно проводить раздельно или одновременно со вспашкой, культивацией, посевом и другими приемами. Например, предпосевное боронование чаще всего совмещают с культивацией и применяют его для рыхления и выравнивания почвы, заделки удобрений и подготовки ложа для семян.

Ранневесеннее боронование зяби и черного пара обеспечивает хорошее рыхление почвы и выравнивание поверхности пашни. В результате этого в верхнем слое почвы нарушаются капиллярные связи, создается рыхлый мульчирующий слой, который защищает воду от испарения. Хорошо выровненная при этом поверхность пашни, например перед посевом, способствует равномерной заделке семян, появлению дружных всходов и одновременному созреванию культур.

Послепосевное и довсходовое боронования уничтожают 70—80 % всходов малолетних сорняков, разрушают почвенную корку, создают благоприятные условия для появления дружных всходов растений. Проводят его на посевах зерновых до появления «шилец», на свекловичных полях в фазе первой пары настоящих листьев, на посевах кукурузы до фазы 3—4 листьев.

Ранневесеннее боронование озимых, пропашных культур и многолетних трав применяют для разрушения почвенной корки, улучшения аэрации и активизации микробиологических процессов в основном на почвах тяжелого гранулометрического состава. Этот прием хорошо уничтожает всходы малолетних сорняков. Для обработки почвы используют бороны с различными рабочими органами: зубовые, сетчатые, игольчатые, ротационные и др. Чтобы не повреждать растения, боронование всходов проводят в один след в дневные часы с использованием зубовых легких, средних и сетчатых борон: БЗСС-1, БСО-4А, ЗОР-0,7 и др. Зубовыми тяжелыми боронами рыхлят почву до глубины 8—10 см, средними — 4—6 см, а легкими посевными — 2—3 см.

Лучшим сроком обработки является физическая спелость почвы, наступающая при влажности 60—80 % НВ. Для лучшего рыхления и выравнивания почвы боронование проводят поперек направления вспашки, рядков посева или по диагонали поля.

В районах ветровой эрозии при почвозащитной (плоскорезной) системе обработки почвы широко используют игольчатые бороны БИГ-3 и БМШ-20. Для неглубокого рыхления и разрезания дернины с целью улучшения аэрации почвы, заделки удобрений при уходе за лугами и пастбищами применяют навесную луговую (БЛШ-2,3) и пастбищную (БПШ-3,1) бороны.

Прикатывание — прием обработки почвы катками, обеспечивающий ее уплотнение, крошение глыб и частичное выравнивание поверхности поля. Его проводят для предпосевного уплотнения и выравнивания поверхностного слоя предварительно вспаханной или разрыхленной почвы, для предупреждения усиленного испарения почвенной влаги.

При иссушении почвы и снижении ее влажности ниже 60—70 % ПВ в рыхлой почве преобладает интенсивное диффузное испарение. Оно приводит к потере влаги (до 30—40 т воды с 1 га ежедневно) на физическое испарение.

Прикатывание создает уплотненную прослойку в верхнем слое почвы, которая прерывает капиллярность, а следовательно, и конвекционно-диффузный ток воды, что существенно снижает физическое испарение воды.

Предпосевное прикатывание уменьшает излишнюю рыхлость поверхностного слоя почвы, улучшает ее прогревание и обеспечивает равномерную глубину заделки семян мелкосеменных культур: клевера, люцерны, льна, корнеплодов и др. Послепосевное прикатывание в сухую погоду улучшает контакт семян культурных расте-

ний с твердой фазой почвы, увеличивает капиллярный приток влаги к семенам, ускоряя их прорастание. Всходы, например, зерновых на прикатанной почве появляются на 3—4 дня раньше по сравнению с неприкатанной.

Прикатывание защищает почву от выдувания; его используют для уничтожения ледяной корки на посевах озимых культур и при выпирании растений в начале весны. Как самостоятельный прием его применяют до и после посева культур или в сочетании с различными приемами обработки почвы (вспашкой, культивацией, боронованием), при весенней перепашке зяби, обработке паров. Чаще всего прикатывание почвы проводят одновременно с посевом культур, для уплотнения вспаханных торфяников и вновь осваиваемых земель, а также перед запахиванием сидератов.

Для прикатывания минеральных почв используют гладкие водоналивные катки, кольчато-зубчатые, кольчато-шпоровые, кольчатые и др. Водоналивные гладкие катки (ЗКВГ-1,4, СКГ-2,1, СКГ-2,2) сильнее уплотняют почву, поэтому для рыхления поверхностного слоя их агрегируют с легкими боронами. Кольчато-зубчатые катки (ККН-2,8, КЗК-10) хорошо выравнивают поверхность поля, уплотняют почву до глубины 7 см и одновременно рыхлят ее на глубину 4 см. Их можно применять для предпосевного прикатывания, а отдельные секции — в агрегате с культиваторами, свекловичными и зерновыми сеялками. Для разрушения почвенной корки на посевах используют навесные борончатые катки типа КБН-3.

Шлейфование — прием поверхностной обработки почвы шлейф-бороной, обеспечивающий рыхление и выравнивание поверхности поля. Шлейф-борона состоит из ножа для срезания гребней, граблей для рыхления почвы и шлейфа из соединенных между собой стальных уголков для выравнивания поверхности почвы. Шлейфование проводят весной для предпосевного выравнивания предварительно вспаханной почвы, весеннего боронования зяби с целью закрытия влаги, выравнивания почвы после культивации, в летне-осенний период по уходу за чистыми парами и в условиях орошения. На хорошо оструктуренных почвах оно заменяет боронование.

Шлейфование осуществляют шлейфами, шлейф-боронами типа ШБ-2,5. Эти орудия используют в первую очередь для предпосевной подготовки почвы под сахарную свеклу, овощные, мелкосеменные культуры. Для выравнивания и некоторого уплотнения почвы перед посевом, поливом в условиях орошаемого земледелия применяют малу — окованную железом доску или брус шириной около 20 см и толщиной около 10 см. В процессе движения малá сдвигает гребни и глыбы, частично дробит, разминает их, заполняет почвой углубления. С этой же целью применяют малу-выравниватель МВ-6,0А, а также планировщики П-2,8А, ДЗ-603А, ППА-3,0.

Глава 3

УГЛУБЛЕНИЕ И ОКУЛЬТУРИВАНИЕ ПАХОТНОГО СЛОЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОЧВ

3.1. ЗНАЧЕНИЕ ГЛУБИНЫ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП КУЛЬТУР

Создание хорошо окультуренного пахотного слоя с оптимальными физическими, химическими и биологическими свойствами — одна из актуальных задач земледелия. В глубоком пахотном слое больше накапливается влаги, гумуса, увеличивается зона активной деятельности почвенных микроорганизмов, благодаря чему растения потребляют больше доступных элементов минерального питания.

Увеличение объема рыхлого слоя почвы, улучшение его физических свойств и аэрации при углублении способствуют более глубокому проникновению корней растений в нижние слои почвы, что позволяет полнее использовать воду и элементы питания из корнеобитаемого слоя. Преимущество глубокой обработки подчеркнуто в работах В. Р. Вильямса, Т. С. Мальцева, М. Г. Чижевского, П. М. Балева и других ученых.

Академик В. Р. Вильямс отмечал, что никакой прогресс в сельскохозяйственном производстве немислим при глубине пахотного слоя менее 20 см.

По расчетам К. И. Болтяна, увеличение мощности пахотного слоя дерново-подзолистой почвы с 20 до 30 см увеличивает запасы доступной растениям воды на ПО т/га, т. е. из каждого дополнительного слоя в 1 см растения извлекают 11 т воды. Потенциальные запасы доступной воды в 10-сантиметровом слое иллювиального горизонта составляют для легкосуглинистых почв 16 мм, тяжело-суглинистых — 21 мм. При углублении пахотного слоя почвы растения полнее используют влагу атмосферных осадков и лучше противостоят кратковременным весенне-летним засухам.

Глубокая обработка — эффективное средство борьбы с сорняками, болезнями и вредителями полевых культур. Например, у осота полевого, выюнка корневая система, способная давать новые побеги, сосредоточена на глубине до 30—60 см. Подрезание корней сорняков на большой глубине способствует их гибели. При глубокой заделке семян и вегетативных органов размножения сорняков их прорастание затрудняется, ускоряется гибель личинок мух, спор грибов и других возбудителей болезней. Это позволяет на 60—70 % снизить засоренность почвы и улучшить ее фитосанитарное состояние.

Создание глубокого мощного пахотного слоя положительно и в экологическом аспекте. Благодаря разрушению плужной подошвы и разрыхлению почвы подпахотного горизонта уменьшаются сток

воды, смыв почвы и питательных веществ, особенно на склоновых землях. Это позволяет предотвратить эрозионные процессы и повысить эффективность применяемых удобрений и средств химизации. Почва с более глубоким пахотным слоем меньше деформируется и сильнее противостоит чрезмерному переуплотнению под действием ходовых систем тяжелых тракторов, почвообрабатывающих орудий и транспортных средств.

Увеличение потенциальной возможности накопления гумуса, обмена веществ и энергии между почвой, растением и окружающей средой придает устойчивый характер функционированию агроэкосистемы.

Несмотря на значительные преимущества, глубокая обработка требует больших материальных и энергетических затрат и не всегда окупается прибавкой урожая. Например, для увеличения глубины вспашки на 1 см расходуется 1 кг дизельного топлива, а всего около 500 МДж/га.

Глубина обработки определяется биологическими особенностями культур, количеством осадков и их распределением в течение вегетационного периода, физическими свойствами почвы и другими условиями. Например, в лесостепной зоне на черноземных почвах озимая и яровая пшеницы лучше реагируют на глубокие обработки по сравнению с озимой рожью и ячменем.

Моделирование различной мощности пахотного слоя (20, 30 и 40 см) дерново-подзолистой и серой лесной почв разной степени окультуренности показало, что полевые культуры положительно отзываются на создание гетерогенного строения, при котором в верхней (0—20 см) части за счет внесения органических и минеральных удобрений, известки достигается более высокая степень оптимизации свойств почвы. Урожайность зерновых и пропашных культур при этом повысилась на 9—10 %. Все это позволяет заключить, что в увлажненных районах Нечерноземной зоны наиболее рационально окультуривать слой 0—20 см.

Различные культуры по-разному реагируют на глубину обработки и мощность создаваемого пахотного слоя. Это обусловлено типом формирования и глубиной проникновения корневых систем, их способностью усваивать элементы питания из труднорастворимых соединений. На глубокие обработки хорошо отзываются культуры с мощной стержнекорневой системой: сахарная и кормовая свекла, подсолнечник и другие пропашные, а также бобовые. Они требуют хорошей аэрации, содержания кислорода в почвенном воздухе не менее 15 % и небольшого количества углекислоты — не более 1 %. При глубоких обработках увеличиваются пористость и воздухоемкость почвы, улучшается газообмен почвы, что дает возможность культурам с мощной корневой системой полнее использовать подпахотные слои почвы.

У бобовых растений интенсивнее развиваются на корнях клубеньковые бактерии и повышается активность азотфиксации. По-

этому глубокую обработку в севооборотах проводят дифференцированно, с учетом реакции культур на мощность обрабатываемого слоя, типа почвы и уровня ее плодородия, особенностей увлажнения поля и других условий. Хорошо реагируют на глубокую обработку горох, клевер, люцерна, вика, кормовые корнеплоды. Они лучше используют подпахотные слои почвы, разрыхляемые при глубокой обработке. Культуры с мочковатой корневой системой — озимая рожь, ячмень, лен, озимая пшеница и другие зерновые — слабо или совсем не реагируют на мелиоративные обработки, так как не предъявляют особых требований к физическим свойствам почвы пахотного слоя. Они плохо используют питательные вещества глубоких слоев почвы для формирования урожая, а следовательно, слабо реагируют на глубокие обработки.

3.2. ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ ГЛУБОКОГО ПАХОТНОГО СЛОЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ И СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

Для создания плодородного пахотного слоя применяют следующие способы:

1. Постепенное припахивание нижележащего слоя и последующее его перемешивание с почвой пахотного слоя. Выполняют это обычными плугами с предплужниками. Припахивается часть подзолистого или смесь подзолистого с иллювиальным горизонтом. Толщина припахиваемого слоя зависит от степени окультуренности пахотного слоя и свойств подпахотного. Одноразовое припахивание составляет 3—4 см и не превышает $\frac{1}{5}$ мощности пахотного слоя.

Сильное разбавление гумусового слоя почвой подпахотного горизонта (припахивается 300—600 т/га) снижает его плодородие. Поэтому при углублении на каждый сантиметр вновь вовлекаемого слоя вносят 8—10 т/га органических удобрений, а также минеральные. Известь рекомендуется применять после припахивания вывернутого на поверхность подпахотного слоя с последующим ее перемешиванием для лучшей нейтрализации кислотности. Припахивание проводят в системе зяблевой обработки под пропашные культуры, в занятых парах.

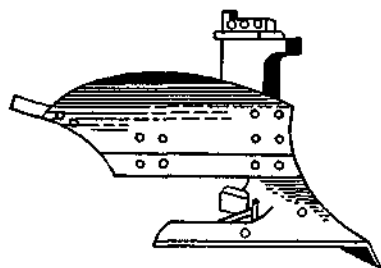


Рис. 25. Корпус плуга с вырезным отвалом

2. Полное оборачивание почвы пахотного слоя с одновременным рыхлением части подпахотного и оставлением его на прежнем месте. Выполняют это плугами с почвоуглубителями, вырезными корпусами или плугами-рыхлителями типа ПРК-4-4,0 и ПРУ-7-40. Хорошо оборачивают верхний пахот-

ный слой и рыхлят почву подпахотного слоя плуги с вырезными корпусами. Вырезной корпус рыхлит на всю ширину захвата — 35 см, а почвоуглубитель — лишь часть борозды, т. е. на ширину захвата лапы — 17 см (рис. 25, 26). Это вызывает необходимость перекрестного рыхления почвы в последующие годы. Глубина подпахотного рыхления составляет 8—10 см. Такой способ углубления эффективен на подзолистых почвах с сильно уплотненным подпахотным слоем, а также на почвах временного переувлажнения с оглеенным горизонтом и на склоновых землях со средне-смытыми почвами.

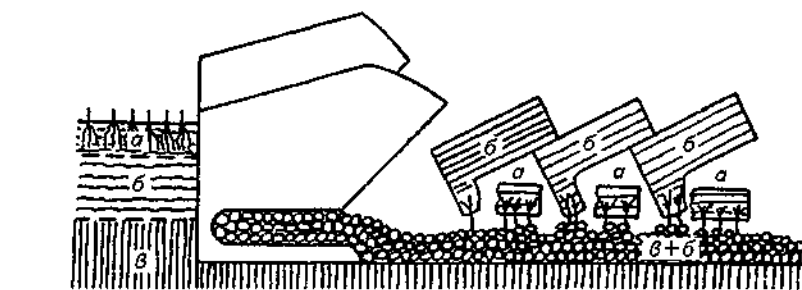


Рис. 26. Схема вспашки плугом с вырезным отвалом и с предплужником:

а — верхний и б — нижний слой пахотного горизонта, в — подпахотный горизонт

ный слой и рыхлят почву подпахотного слоя плуги с вырезными корпусами. Вырезной корпус рыхлит на всю ширину захвата — 35 см, а почвоуглубитель — лишь часть борозды, т. е. на ширину захвата лапы — 17 см (рис. 25, 26). Это вызывает необходимость перекрестного рыхления почвы в последующие годы. Глубина подпахотного рыхления составляет 8—10 см. Такой способ углубления эффективен на подзолистых почвах с сильно уплотненным подпахотным слоем, а также на почвах временного переувлажнения с оглеенным горизонтом и на склоновых землях со средне-смытыми почвами.

Углубление необходимо сочетать с внесением органических удобрений и извести до вспашки для перемешивания их с почвой подпахотного слоя.

3. Глубокое безотвальное рыхление почвы подпахотного слоя предполагает оставление гумусового горизонта и части растительных остатков на поверхности поля, а также создание мульчирующего слоя. При глубоком рыхлении происходит некоторое примешивание почвы гумусового горизонта к почве подпахотного слоя, что улучшает свойства последнего. Степень перемешивания почвы зависит от конструкции применяемых орудий. Хорошее рыхление почвы (до 30—40 см) обеспечивают чизельные орудия ПЧ-2,5, ПЧ-4,5, плуги-рыхлители (рис. 27). Безотвальное рыхление проводят и с помощью плугов конструкции Т. С. Мальцева, плоскорезов-глубококорыхлителей типа параплау, плугов со снятыми отвалами и других орудий. Наибольшего эффекта от безотвального рыхления достигают при проведении его под озимые, картофель, кукурузу, овощные и другие культуры. На склоновых землях этот прием улучшает водо-

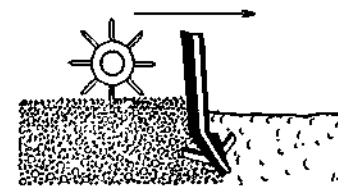


Рис. 27. Схема работы чизельного плуга

проницаемость и водопоглощение, снижая сток воды и смыв почвы. Под озимые рыхлят на глубину 25—27 см, под пропашные — 30—40 см.

К приемам коренного изменения дерново-подзолистых и серых лесных почв относят двухъярусную и трехъярусную вспашку, предусматривающие взаимное перемещение соответственно двух и трех смежных по глубине слоев почвы. Для этой цели используют двух- и трехъярусные плуги ПТН-3-40. Однако из-за больших материальных и энергетических затрат эти способы углубления пахотного слоя широкого применения в Нечерноземной зоне не нашли. Их используют при закладке плодовых питомников, садов, посадке леса.

Светло-серые лесные почвы по свойствам близки к дерново-подзолистым, поэтому для углубления их пахотного слоя используют такие же способы: постепенное припахивание части подпахотного слоя к пахотному, вспашку с рыхлением подпахотного слоя, глубокое безотвальное рыхление. При этом учитывают мощность пахотного слоя, его гумусированность и наличие подзолистого горизонта. На светло-серых суглинистых почвах с мощностью пахотного слоя менее 20 см и наличием подзолистого горизонта пахотный слой углубляют методом постепенного (3—4 см) припахивания с одновременным внесением органических, минеральных удобрений и извести. На таких почвах эффективно проведение сначала безотвального подпахотного рыхления с целью улучшения свойств этого горизонта, а затем его припахивания. В результате в последующие годы мощность пахотного слоя увеличивается до 26—28 см.

Серые и темно-серые лесные почвы имеют мощность гумусового горизонта 25—45 см с содержанием гумуса 3—5 %. Подпахотные слои этих почв более гумусированы и оструктурены по сравнению с дерново-подзолистыми почвами. Поэтому на таких почвах целесообразно разовое углубление с помощью вспашки на глубину 25—27 см, а затем и до 30 см. Периодичность глубокой обработки в севообороте 3—4 года. Глубокую вспашку проводят в системе осенней обработки чистого и занятого паров, под пропашные культуры.

По данным Рязанской ГСХА, наиболее эффективно комплексное окультуривание серых лесных почв, включая одноразовое углубление пахотного слоя до 30 см, внесение органических и минеральных удобрений, извести, а также посев многолетних бобовых трав. Урожайность культур в плодосменном севообороте при высоких дозах внесения удобрений в среднем за 15 лет повысилась на 11,9—13,2 ц корм. ед. с 1 га (табл. 33). При комплексном окультуривании почвы изменяется не только уровень плодородия, но и повышается стабильность получения урожаев, особенно в экстремальные по увлажнению годы.

33. Урожайность сельскохозяйственных культур при разной мощности создаваемого пахотного слоя серой лесной почвы, ц корм. ед. (среднее за 1971—1985 гг.; по данным Л.В.Ильиной)

Приемы создания пахотного слоя в севообороте*	Без удобрений	Навоз + NPK	Прибавка	
			от удобрений	от углубления
Вспашка на 20—22 см	26,8	36,1	+9,3	-
Вспашка на 28—30 см	29,8	39,7	+9,9	+3,6
Вспашка на 28—30 см + почвоуглубление до 38—40 см	28,8	42,0	+13,2	+5,9
Вспашка на 28—30 см + трехъярусная вспашка на 38—40 см	28,4	40,3	+11,9	+4,2

*Севооборот: картофель — ячмень — овес с подсевом клевера — клевер 1-го г. п. — клевер 2-го г. п. — озимая пшеница.

В Нечерноземной зоне важнейшими условиями углубления и окультуривания пахотного слоя являются внесение органических, минеральных удобрений, известкование, введение севооборота с посевами многолетних бобовых трав. Углублять пахотный слой целесообразно в первую очередь на хорошо окультуренных почвах с посевами культур, положительно реагирующих на этот прием, а также на склоновых землях. На почвах низкоплодородных необходимо повышать плодородие 0—20-сантиметрового пахотного слоя.

3.3. ПРИЕМЫ УГЛУБЛЕНИЯ ПАХОТНОГО СЛОЯ ЧЕРНОЗЕМНЫХ И КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Создание мощного (30—35 см) пахотного слоя на черноземах с оптимальными для растений свойствами — важнейшее условие рационального использования высокого потенциала их плодородия.

В углублении и окультуривании пахотного слоя в большей степени нуждаются оподзоленные и выщелоченные черноземы. Значительное уплотнение этих почв (равновесная плотность 1,25—1,30 г/см³) сопровождается ухудшением аэрации, снижением активности микробиологических процессов, что ограничивает доступность растений воды и питательных веществ, особенно фосфора.

На оподзоленных и выщелоченных черноземах наиболее эффективными способами углубления являются вспашка плугами с почвоуглубителями, вырезными корпусами, безотвальное глубокое рыхление, т. е. такие приемы, которые не выносят на поверхность почву с неблагоприятными для растений свойствами. Глубина подпахотного рыхления зависит от свойств припахиваемого слоя и составляет 8—12 см. Использование плугов с предплужниками и почвоуглубителями или вырезными корпусами обеспечивает хорошее перемешивание верхнего гумусового слоя и вносимых удобрений с почвой подпахотного горизонта.

На склоновых землях со смытыми почвами применяют глубокое безотвальное рыхление на глубину 25—27 см с оставлением стерни

на поверхности поля, что способствует уменьшению стока воды и смыва почвы. Для углубления пахотного слоя используют плоскорезы-глубококорыхлители КПГ-250А, КПГ-2-150, ПГ-3-5, ПГ-3-100, а также чизельные орудия, плуги со стойками СибИМЭ, параплау и другие орудия.

На типичных и обыкновенных черноземах с более мощным гумусовым горизонтом и благоприятными для растений свойствами применяют разовое углубление пахотного слоя путем вспашки плугами без предплужников на глубину 30—32 см. Предварительно почву обрабатывают тяжелой дисковой бороной на 10—12 см. При такой обработке почва обрабатываемого слоя лучше перемешивается с удобрениями и почвой припахиваемого слоя.

Плодородие типичных и обыкновенных черноземов повышают также с помощью двухъярусной вспашки плугами ПНЯ-4-40, ПНЯ-6-40 на глубину 32—35 см под сахарную свеклу, подсолнечник и другие пропашные. Двухъярусный плуг ПНЯ-6-40 снабжен шестью парами корпусов, расположенных в два яруса. Корпуса верхнего яруса снабжены полувинтовыми отвалами, а нижнего — культурными. Поэтому при двухъярусной вспашке верхний слой (0—20 см) оборачивается, а нижний и оборачивается, и рыхлится.

Положительное влияние на агрофизические свойства черноземов оказывают и приемы глубокого безотвального рыхления с помощью плоскорезов-глубококорыхлителей, орудий типа параплау с оставлением на поверхности поля стерни. Заделка органических удобрений в верхнюю часть пахотного слоя с помощью тяжелых дисковых борон создает мульчирующий слой, что положительно влияет на влагообеспеченность культурных растений.

Периодичность глубоких обработок на черноземах составляет 4—5 лет.

Каштановые почвы формируются в зоне сухих степей, в условиях жаркого климата. По физическим и водным свойствам — величине общей пористости, соотношению внутриагрегатной и межагрегатной пористости и влагоемкости — они близки к черноземным почвам.

Темно-каштановые почвы содержат гумуса более 4 %, имеют гумусовый горизонт 25—40 см. Каштановые почвы содержат 3—4 % гумуса, мощность их гумусового горизонта составляет 20—30 см. На таких почвах целесообразно разовое углубление пахотного слоя с помощью вспашки на 25—27 см.

Светло-каштановые почвы имеют менее благоприятные для растений водные и агрофизические свойства. Так, содержание гумуса в них менее 3 %, а мощность гумусового горизонта составляет менее 20 см. Эти почвы в первую очередь нуждаются в углублении и окультуривании пахотного слоя. Наиболее эффективный способ углубления — вспашка на глубину гумусового слоя с рыхлением подпахотных слоев на 8—10 см и одновременным внесением органических и минеральных удобрений.

На солонцеватых каштановых почвах для устранения избытка обменного натрия осуществляют гипсование предварительно вспаханной почвы. На луговых каштановых засоленных почвах вспашку проводят на глубину залегания надсолонцового горизонта, с одновременным рыхлением подпахотного слоя до глубины 32—35 см.

Применение искусственного орошения на каштановых почвах вызывает чрезмерное их уплотнение и ухудшение физических свойств почвы как пахотного, так и подпахотного слоев. В связи с этим глубину подпахотного рыхления увеличивают до 35—40 см и проводят его через 1—2 года.

3.4. УГЛУБЛЕНИЕ ПАХОТНОГО СЛОЯ И ПРИЕМЫ УЛУЧШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ СОЛОНЦОВ

Солонцы характеризуются рядом неблагоприятных для растений химических и агрофизических свойств, что не позволяет их использовать для выращивания культур без коренного улучшения их плодородия. К таким свойствам можно отнести незначительную мощность гумусового горизонта, низкое содержание в нем гумуса, питательных веществ.

Наличие обменного натрия придает солонцам щелочную реакцию (рН 8—9), способствует диспергированию и сносу почвенных коллоидов вниз по профилю, что делает их бесструктурными. При увлажнении солонцы набухают, становятся вязкими, трудноводопроницаемыми, а при высыхании цементируются, что затрудняет их обработку.

Высокая плотность сложения, особенно солонцового горизонта, затрудняет проникновение корневых систем, ухудшает рост растений и их продуктивность.

Для приведения этих почв в культурное состояние необходим комплекс мероприятий по коренному их улучшению, который включает углубление пахотного слоя, гипсование, внесение органических и минеральных удобрений, посевы солеустойчивых растений и мероприятия по влагонакоплению.

Выбор комплекса мероприятий по улучшению свойств солонцов зависит от глубины залегания солонцового горизонта, его мощности, солевого состава, а также от уровня грунтовых вод и других показателей.

В нашей стране наиболее распространены автоморфные солонцы: черноземные и каштановые.

Черноземные, луговые содовые солонцы распространены в Черноземной зоне (Зауралье, Западная Сибирь и др.); они характеризуются щелочной реакцией, близким уровнем грунтовых вод, могут быть подвержены вторичному осолонцеванию. Для улучшения свойств этих почв необходимы не только глубокая обработка, но и внесение гипса.

Каштановые степные солонцы преимущественно распростране-

ны в зоне каштановых почв (Среднее и Нижнее Поволжье, Восточное Предкавказье, южная часть Западной Сибири); они характеризуются нейтральной реакцией, глубоким уровнем залегания грунтовых вод, что препятствует поступлению солей в корнеобитаемый слой. Улучшить эти почвы можно глубокой обработкой без внесения гипса.

На мелких и среднестолбчатых черноземных солонцах с мощностью надсолонцового горизонта 10—18 см, где нет гипсового горизонта, эффективно периодическое безотвальное рыхление на глубину 25—28 см. Вовлечение в пахотный слой солонцового горизонта с отрицательными свойствами резко снижает его плодородие. Одновременно вносят гипс или глиногипс, фосфогипс, органические и минеральные удобрения. Перед глубокой обработкой применяемые удобрения и мелиоранты перемешивают с верхним надсолонцовым слоем почвы на глубину 10—12 см с помощью дисковых или фрезерных орудий. Для усиления окультуривающего влияния мелиорации на почву ее проводят осенью, дополняя снегозадержанием, посевом кулис и другими влагонакопительными мероприятиями. В последующие годы к гумусовому горизонту припахивают почву с улучшенными свойствами солонцового горизонта.

Вносимый в солонцовую почву гипс устраняет избыток поглощенного натрия, усиливает коагуляцию почвенных коллоидов, способствуя образованию более прочной комковатой структуры. Органическое вещество удобрений активизирует деятельность почвенных микроорганизмов, способствуя образованию перегноя. Таким образом, под влиянием мелиорации улучшаются агрофизические и биологические свойства солонцовой почвы, создаются благоприятные условия для роста культур.

Глубокостолбчатые солонцы, где солонцовый горизонт расположен на глубине более 18 см, обрабатывают плугами с предплужниками и почвоуглубителями или с вырезными корпусами, полностью захватывая весь надсолонцовый слой. При этом всю дозу гипса вносят перед вспашкой, чтобы мелиорант сбрасывался предплужником на дно борозды, а с помощью рыхлящей лапы перемешивался с почвой солонцового горизонта.

Эффективность окультуривания усиливается при последующих посевах в севообороте таких солеустойчивых растений, как донник, житняк, люцерна, сорго и др.

Глубокие мелиоративные обработки без внесения гипса наиболее эффективны на слабосолонцеватых (натрия менее 10 %) степных солонцах.

На каштановых степных солонцах при небольшой мощности надсолонцового горизонта и неглубоком залегании в профиле гипсоносного слоя возможно улучшение свойств солонцов с помощью глубокой 30—35 см вспашки с последующим перемешиванием почвы гипсоносного слоя с гумусовым, а также с органическими и минеральными удобрениями.

На почвах со средним и глубоким расположением солонцового горизонта при наличии гипса или углекислого кальция в глубоких горизонтах применяют плантажную или трехъярусную вспашку на 40—45 см. Например, при трехъярусной вспашке плугами ПТН-3-40 верхний гумусовый слой почвы оборачивается, а солонцовый горизонт меняется местами с иллювиальным. В процессе дальнейшей обработки почвы в севообороте к гумусовому слою припахивается почва иллювиального горизонта, обогащенного почвенными коллоидами и солями кальция. В результате взаимодействия гипса и поглощенного натрия устраняются избыток щелочности, солонцеватость, улучшаются химические и биологические свойства почвы, а следовательно, повышается ее плодородие.

3.5. МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ

Применение тяжелых почвообрабатывающих машин, орудий и транспортных средств при существующей многооперационной технологии возделывания культур приводит к чрезмерному уплотнению почвы под действием ходовых систем и ухудшению ее агрофизических свойств, а значит, и к снижению урожайности.

По данным кафедры земледелия МСХА, при посеве трактором ДТ-75 прямой и косвенной деформации подвергается 21,6 % площади поля, трактором Т-150К — 29,4 %, а трактором К-700 с тремя сеялками — 39 %. Плотность сложения дерново-подзолистой почвы по следу колесных тракторов повышалась на 0,1—0,3 г/см³, достигая величины 1,35—1,55 г/см³. Это существенно превышает оптимальное ее значение для полевых культур. Урожайность полевых культур в зернопропашном севообороте викоовсяная смесь — озимая пшеница — ячмень — картофель снизилась в среднем за 10 лет от уплотняющего воздействия тракторов на 6—22 %. Наибольшее снижение наблюдалось от применения колесных тракторов Т-150К, К-700 (табл. 34).

34. Действие ходовых систем тракторов на урожайность полевых культур, т/га (по данным Матюк, 1993)

Марка трактора	Викоовсяная смесь (сено)	Озимая пшеница	Ячмень	Картофель
Без уплотнения (контроль)	5,53	4,22	3,70	28,2
МТЗ-80	5,24	4,06	3,26	27,1
ДТ-75	4,84	4,02	3,37	25,3
Т-150К	4,78	3,75	3,14	25,0
К-700	4,64	3,40	2,46	23,5

По уровню уплотняющего воздействия на почву тракторы располагаются в следующем порядке: ДТ-75М — МТЗ-100 — МТЗ-82 — Т-150 — К-701. Вследствие уплотнения влажной почвы уменьшается ее водопроницаемость, переувлажняются верхние слои и усиливается водная эрозия; при иссушении уплотненной почвы

на ее поверхности образуется почвенная корка, затрудняющая газообмен.

При однократном воздействии тракторов почва уплотняется на глубину до 45 см, а при многократных проходах, особенно трактора К-700, — до 50—60 см. При этом последствия уплотнения устойчиво проявляются в течение нескольких лет, особенно в подпахотных слоях.

Уплотнение почвы приводит к ухудшению ее физико-механических свойств, обуславливает некачественную заделку семян и снижение полевой всхожести, например ячменя на 27—30 %, озимой пшеницы на 23,4 %.

На уплотненных почвах сокращается численность полезных микроорганизмов, замедляются микробиологические и окислительно-восстановительные процессы, что уменьшает доступность растениям азота, фосфора и калия. Эффективность удобрений при этом снижается на 24—30 %.

Недобор зерна с каждого гектара из-за уплотнения составляет 0,82—1,24 т, а перерасход дизельного топлива — 2,5—3,5 кг.

Наиболее ощутимые потери от уплотнения происходят в увлажненных районах (Северо-Западный, Центральный и др.). Поэтому здесь главная задача — предотвратить чрезмерное переуплотнение. Разработана целая система мероприятий по ограничению уровня воздействия движителей тяжелой сельскохозяйственной техники на почву. Основой этой системы являются предупредительные мероприятия, минимализация обработки почвы и разуплотнение почвы приемами ее обработки.

Предупредительные меры включают разнообразные агротехнические приемы: внесение повышенных доз органических удобрений и обогащение почвы органическим веществом, известкование кислых почв, гипсование засоленных и улучшение структуры почвы.

Наибольшее уплотнение пахотных и подпахотных слоев происходит при передвижении машинно-тракторных агрегатов по переувлажненной почве, упругие свойства которой ослаблены. Для предупреждения переуплотнения необходимо почву обрабатывать при физической спелости, которая у черноземных почв находится в интервале влажности 15—24 %, дерново-подзолистых — 12—21 %, у серых лесных — 15—23 %. На всех типах почв обработку проводят при влажности не более 60—70 % ПВ.

По рекомендациям РАСХН, допустимые пределы нагрузки на влажную дерново-подзолистую суглинистую почву (0,6 НВ) при ранневесеннем бороновании должны составлять 0,3—0,4 кгс/см², в период предпосевной обработки — 0,5—0,6, а на основной обработке — 1,0—1,25 кгс/см². Для типичного тяжелосуглинистого чернозема при основной обработке давление на почву не должно превышать 0,8—1,0 кгс/см², при посеве и предпосевной обработке — 0,4—0,6 кгс/см².

Для снижения переуплотнения почвы на ранневесенних работах (боронование зяби, посев, предпосевная культивация и др.) необходимо использовать в агрегатах гусеничные тракторы или тракторы со сдвоенными шинами, пневмогусеницами. Следует максимально ограничить применение колесных тракторов типа Т-150К, К-701.

Особенно большой ущерб ходовые системы тракторов причиняют озимым хлебам и травам во время ранневесенней подкормки посевов азотными удобрениями. Тяжелые разбрасыватели удобрений сильно уплотняют почву, снижая урожайность зерновых. Поэтому на подкормке озимых культур и многолетних трав целесообразно применять вертолеты, специальные самолеты или тракторы с пневмогусеницами.

При использовании колесных тракторов необходимо комплектовать агрегаты так, чтобы колея трактора совмещалась с колеей прицепного орудия. След трактора и прицепной машины на предпосевных работах дополнительно рыхлят, а глубину, например, предпосевной культивации по следу увеличивают на 3—4 см. Заправку агрегатов семенами, удобрениями, гербицидами, топливом осуществляют вне поля или на специально отведенных дорогах, которые затем запахивают.

Важный агротехнический способ снижения уплотнения почвы — оптимизация маршрутов движения сельскохозяйственной техники и транспортных средств по полю как во время посева, ухода за растениями, так и при уборке урожая.

Каждый новый проход тракторов и машин по полю оставляет дополнительную полосу уплотненной почвы. Для предотвращения этого устанавливают постоянные маршруты (колеи), по которым передвигаются агрегаты во время посева, ухода за растениями. Маршруты движения тракторов планируют как на пропашных, так и на зерновых культурах. Движение тракторов по постоянным колеем при использовании одних и тех же марок снижает площадь уплотнения почвы в 1,7—2,7 раза по сравнению с неконтролируемым движением агрегатов.

При уходе за пропашными культурами повторное движение агрегата должно осуществляться по одной и той же колее, по которой проводили посадку. Несоблюдение этого правила приводит к подрезанию растений рабочими органами культиватора, так как нужная ширина стыковых междурядий не всегда выдерживается при посеве культур.

Минимализация обработки почвы — один из основных путей снижения механического воздействия сельскохозяйственной техники на почву, сохранения ее свойств и потенциального плодородия. Она предусматривает уменьшение количества проходов техники по полю за счет совмещения нескольких технологических операций и приемов (рыхление, выравнивание, уплотнение почвы, внесение удобрений, посев и др.) и выполнения их в одном рабочем

процессе, что позволяет в 2—3 раза уменьшить число проходов техники по полю и заметно снизить уплотнение почвы.

Важным приемом, снижающим уплотнение почвы, является замена глубоких обработок поверхностными и мелкими благодаря использованию широкозахватных высокопроизводительных агрегатов на слабозасоренных полях. Например, в условиях степной зоны зяблевую вспашку под ранние яровые зерновые культуры заменяют плоскорезной обработкой с помощью широкозахватных агрегатов типа КПШ-9, КПШ-5, КПШ-11.

Разуплотнение почвы с помощью механической обработки достигается разноглубинной обработкой почвы в севообороте; комбинированной, включающей сочетание отвальной с безотвальной обработок; плоскорезной, дисковой, чизельной и др. Такие системы обработки уменьшают нагрузку на почву и площадь уплотнения на 30–40 %.

Эффективным приемом разуплотнения почвы подпахотных слоев является периодическое (один раз в 3—4 года) ее чизелевание на глубину 30—40 см.

Глубокое чизелевание разрушает плужную подошву, разрыхляет уплотненные подпахотные слои почвы, улучшая их водо- и воздухопроницаемость. Для глубокого рыхления почвы используют чизельные глубокорыхлители ПЧ-2,5, ПЧ-4,5, плуги-рыхлители ПРПВ-5-50, орудия для безотвальной обработки типа параплау, плоскорезы-глубокорыхлители, плуги с вырезными корпусами.

Наибольшая эффективность глубокого подпахотного рыхления достигается при возделывании пропашных культур: картофеля, кукурузы, сахарной свеклы и других, а также озимых культур. Урожайность пропашных культур при этом повышается на 15—20 %. Приемы глубокого рыхления проводят и в системе контурно-мелиоративного земледелия. На почвах, подверженных водной эрозии, глубокое рыхление их поперек склона способствует переводу поверхностного стока воды во внутрипочвенный, увеличивая влагозапасы и снижая смыв почвы.

Глава 4

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОД ЯРОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

4.1. ПОНЯТИЕ О СИСТЕМЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Обработку почвы выполняют с помощью целого ряда приемов как основной, так и мелкой и поверхностной обработок, способствующих регулированию почвенного режима и благоприятному возделыванию сельскохозяйственных культур. В каждом отдельно взятом приеме обработки почвы выполняется одна или несколько технологических операций. Например, в процессе чизелевания выполняются рыхление, крошение и частичное перемешивание по-

чвы. Однако один прием не решает всех задач, возлагаемых на обработку. Поэтому все приемы обработки почвы при возделывании культуры объединяют в группы, системы.

Под *системой обработки почвы* понимают совокупность научно обоснованных приемов обработки почвы, последовательно выполняемых при возделывании культуры или в паровом поле севооборота для создания оптимальных почвенных условий жизни культурных растений. В зависимости от назначения, глубины воздействия и времени выполнения обработки подразделяют на основную, предпосевную и послепосевную (по уходу за культурой).

Системой обработки почвы регулируют почвенные режимы (водный, воздушный, тепловой и питательный), фитосанитарное состояние, увеличивают мощность пахотного слоя, предупреждают эрозионные процессы, а в целом повышают плодородие почвы и уровень урожайности.

Система обработки почвы видоизменяется в зависимости от ландшафтных условий (тип почвы, уклон поля, климат), засоренности полей, состояния почвы, вида предшественника и биологических особенностей культуры.

В настоящее время применяют следующие системы механической обработки почвы.

Система обработки под яровые культуры. В зависимости от предшественника эта система включает обработку полей из-под однолетних непропашных культур сплошного посева, пропашных культур, сеяных многолетних трав, чистых или кулисных паров, обработку почвы под промежуточные посевы и после их уборки.

Система обработки почвы под озимые культуры. Она включает обработку чистых (кулисных) и занятых паров и обработку после непаровых предшественников.

Системы обработки под отдельные культуры объединяют в более крупные единицы — технологические комплексы или системы обработки почвы в севообороте. По способу основной обработки почвы под отдельные культуры системы подразделяют на отвальную, безотвальную, совмещенную, минимальную и др. Комбинированные системы включают два или более способа обработки. Например, если в севообороте применяют отвальную и чизельную обработки, но преобладает отвальная, то и систему называют отвально-чизельной. Если плоскорезная обработка почвы преобладает в севообороте и чередуется с отвальной, то систему следует называть плоскорезно-отвальной.

Все системы обработки почвы под отдельные культуры неразрывно связаны в севообороте между собой. В севообороте применяют научно обоснованное сочетание глубоких и мелких, отвальных и безотвальных и других обработок в каждом поле, под ту или иную культуру. С учетом уровня плодородия, засоренности поля и других условий выявляют возможность сокращения глубины основных об-

работок или при проявлении эрозии применяют почвозащитную обработку.

Существенным признаком является глубина обработки, от которой зависят заделка удобрений, семян и вегетативных органов размножения сорняков, а также качество крошения. По этому признаку различают поверхностную обработку почвы на глубину до 8 см; мелкую обработку на глубину от 8 до 16 см; обычную (среднюю) обработку на глубину от 16 до 24 см; глубокую обработку почвы на глубину от 24 до 40 см. Свыше 40 см обработку относят к плантажной.

4.2. ЗЯБЛЕВАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

Система обработки почвы под яровые культуры включает летне-осеннюю (зяблевую), весеннюю, или предпосевную и послепосевную обработки. Обработку почвы в летне-осенний период под посев яровых культур следующего года называют *зяблевой*. Она может включать один или несколько приемов, выполняемых в определенной последовательности. Применяемые приемы зяблевой обработки зависят от почвенно-климатических условий: типа почвы, увлажненности зоны, гранулометрического состава почвы, мощности пахотного слоя, проявления эрозии, а также реакции культур на глубину обработки. Наряду с этим зяблевую обработку определяют предшественники, количество и видовой состав сорняков и другие условия.

Рассмотрим наиболее распространенные варианты зяблевой обработки применительно к зональным условиям.

Нечерноземная зона. 1. Послеуборочное лушение жнивья и зяблевая вспашка. 2. Зяблевая вспашка без предварительного лушения с последующими поверхностными обработками. 3. Послеуборочное лушение жнивья и безотвальное, чизельное рыхление. 4. Мелкое рыхление почвы без вспашки дисковыми, лемешными и другими орудиями.

Центрально-Черноземная зона, лесостепная зона Поволжья, Северный Кавказ, Западная Сибирь. 1. Ранняя зяблевая вспашка с последующими поверхностными обработками. 2. Дисковое, лемешное лушение и поздняя зяблевая вспашка. 3. Послеуборочное безотвальное глубокое рыхление плоскорезами-глубокорыхлителями, плугами типа параплау, со стойками СибИМЭ и последующие мелкие плоскорезные обработки. 4. Отвальная или безотвальная обработка с поделкой водозадерживающего микрорельефа.

Лесостепные и степные районы, подверженные ветровой эрозии. 1. Послеуборочная мелкая плоскорезная обработка и глубокое осеннее рыхление гагоскорезами-глубокорыхлителями. 2. Послеуборочное поверхностное рыхление игольчатыми бородами и осеннее глубокое рыхление гагоскорезами-глубокорыхлителями. 3. Послеуборочное мелкое плоскорезное 2—3-кратное рыхление.

В увлажненных районах зяблевую вспашку можно заменять мел-

кой дисковой обработкой или рыхлением с помощью паровых культиваторов типа КПЭ-3,8, а в районах ветровой эрозии ее можно не проводить или перенести на весенний период. На склоновых землях зяблевую обработку сочетают со щелеванием, поделкой водозадерживающих преград (гребней, лунок, ячеек, перемычек и др.) для борьбы с водной эрозией.

Зяблевая обработка направлена на устранение факторов, лимитирующих урожайность культур применительно к конкретным ландшафтным условиям. Она изменяет строение почвы и создает благоприятные условия для накопления влаги осенних и весенних осадков в почвенном профиле.

С помощью зяблевой вспашки в почву заделывают органические и минеральные удобрения, известь, гипс, растительные остатки, в результате чего они включаются в круговорот веществ.

Улучшение аэрации почвы создает благоприятные условия для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, накопления доступных растениям питательных веществ.

После уборки хлебов на поверхности почвы накапливается значительное количество семян малолетних сорняков и в то же время создаются благоприятные условия для роста вегетирующих. Послеуборочное лушение, обеспечивая заделку семян сорняков во влажные слои почвы, измельчает вегетативные органы размножения многолетних, что стимулирует их к прорастанию. Проведение последующей зяблевой вспашки позволяет ликвидировать повышенную засоренность полей.

Стерня и растительные остатки, а также вегетирующие сорняки служат местом перезимовки и обитания злаковых тлей, мух, хлебных пядиц, телиоспор бурой и линейной ржавчины. Проведенные лушение стерни, вспашка плугом с предплужником в системе зяблевой обработки — эффективное средство уничтожения сорняков, инфекций, болезней и вредных насекомых.

Своевременно выполненная зяблевая обработка уменьшает иссушение почвы после уборки ранозревающих зерновых культур и препятствует ее чрезмерному переуплотнению. Почва, лишенная растительного покрова, испаряет в сухую погоду ежедневно до 40 т воды с 1 га. Поэтому одна из основных задач зяблевой обработки — не допустить иссушения почвы. В районах умеренного увлажнения этого достигают немедленным послеуборочным лушением жнивья или вспашкой, а в засушливых степных районах — поверхностным рыхлением почвы игольчатыми бородами или мелкой плоскорезной обработкой с оставлением стерни на поверхности поля. Вспашка или другая обработка иссушенной почвы приводит к образованию большого количества глыб, некачественной обработке и требует больших энергетических затрат.

Глубину и количество обработок устанавливают в зависимости от зональных особенностей, требований культуры, мощности слоя, типа почвы и засоренности поля. На дерново-подзолистых почвах в

увлажненных районах лущение проводят чаще всего на глубину до 5—6 см, вспашку — на 20—22 см, на черноземах и каштановых почвах — на 6—8 см, а вспашку, например, под пропашные — на 28—32 см. Если в севообороте под предшествующие культуры была проведена глубокая вспашка и засоренность поля небольшая, то повторно глубокую обработку осуществляют через 2—3 года.

В засушливых районах зяблевая обработка почвы направлена на сохранение влаги, в северо-западных и западных — на устранение избыточного увлажнения. Наряду с этим она имеет большое организационно-экономическое значение, так как уменьшает напряженность работ в весенний период и обеспечивает более качественную предпосевную обработку почвы и посев в лучшие агротехнические сроки. Особую роль в повышении плодородия слабокультуренных почв играет углубление пахотного слоя, проводимое в системе зяблевой обработки почвы.

Лучшими периодами зяблевой обработки почв среднего и тяжелого гранулометрического состава являются лето и осень предшествующего посева года, так как в это время полнее используются атмосферные осадки. В первую очередь обрабатывают засоренные поля и почвы тяжелого гранулометрического состава. При поздних же сроках обработки и переувлажнении почва плохо крошится и быстро уплотняется. Почвы легкого гранулометрического состава обрабатывают в более поздние осенние сроки, так как повышенная аэрация их ускоряет разложение органического вещества и вымывание элементов питания.

В зависимости от предшественников, степени засоренности поля и технологических свойств почвы различают следующие виды зяблевой обработки: после однолетних культур сплошного посева, после пропашных культур, после сеяных многолетних трав, полупаровую обработку почвы.

4.3. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОСЛЕ ОДНОЛЕТНИХ КУЛЬТУР СПЛОШНОГО ПОСЕВА

Однолетние культуры сплошного посева (озимая рожь, озимая пшеница, ячмень, горох и др.) имеют ранние сроки уборки и рано освобождают поле. Лишение растительного покрова приводит к сильному иссушению почвы и значительным потерям влаги на испарение. Этому способствуют и вегетирующие после уборки культуры сорняки. Сильное уплотнение почвы происходит при ее иссушении, а также под действием ходовых систем тяжелой уборочной техники, что затрудняет ее качественную обработку.

Выпадающие осенние осадки плохо поглощаются уплотненной почвой, зачастую подвергаются поверхностному стоку и в дальнейшем не используются.

Оставшиеся на поле после уборки хлебов семена сорняков, стерня (жнивье) и вегетирующие сорняки служат местом обитания и пе-

резимовки многих вредных насекомых и возбудителей болезней (злаковых мух, личинок, куколок, спор грибов и др.) и создают очаги инфекции для заражения будущих посевов.

В этих условиях главная задача обработки почвы — не допустить иссушения почвы, уничтожить вегетирующие сорняки и заделать во влажный слой осыпавшиеся семена сорняков.

На почвах, не подверженных эрозии, а также в районах с продолжительным теплым послеуборочным периодом первым приемом зяблевой обработки будет лущение стерни. Его проводят сразу после уборки культуры или одновременно с ней.

При лущении подрезаются вегетирующие сорняки, заделываются в почву семена сорняков и создаются благоприятные условия для их прорастания.

В северо-западных и восточных районах Сибири с коротким послеуборочным периодом лущение малоэффективно, и его не проводят, так как это не позволяет своевременно выполнить зяблевою вспашку.

Следует отметить, что при лущении жнивья уничтожаются не только сорняки, но и паразитирующие на них вредители и возбудители болезней. Наряду с этим создание мульчирующего слоя из почвы и стерни при лущении сохраняет почвенную влагу от испарения и снижает удельное сопротивление при последующей вспашке на 25—34 %.

В степных районах, подверженных ветровой эрозии, вместо лущения проводят рыхление почвы игольчатыми бородами типа БИГ-3А или культиваторами-плоскорезами КПШ-5, КПШ-9 на 10—12 см, которые хорошо подрезают многолетние сорняки и оставляют стерню на поверхности поля. При отрастании сорняков плоскорезную обработку повторяют. Такая обработка препятствует иссушению почвы и позволяет более эффективно бороться с сорняками.

Глубина лущения зависит от типа засоренности поля, плотности почвы, ее влажности в момент обработки. В увлажненных районах при засоренности малолетними сорняками глубина лущения составляет 5—6 см, а в засушливых ее увеличивают до 6—8 см. При высокой (более 15 см) стерне из-за полегания хлебов глубину лущения увеличивают до 10—12 см.

Для лущения используют дисковые лушители ЛДГ-5А, ЛДГ-10А, ЛДГ-15А, а на тяжелых почвах — тяжелые дисковые бороны БДТ-3, БДТ-7, БДТ-10. В целях лучшего рыхления почвы и заглубления рабочих органов угол атаки у дисковых лушителей увеличивают до 30—35°. Лучшее качество обработки обеспечивается при совпадении направления лущения с направлением вспашки.

Поля, засоренные корневищными сорняками, лущат дисковыми лушителями на глубину залегания корневищ вдоль и поперек участка: первый раз на 6—8 см, второй — на 8—10 см. Вторичное лущение проводят при массовом появлении проростков сорняков.

Измельчение на отрезки корневищ многолетних сорняков стимулирует их прорастание и истощение запасных питательных веществ, так как у них отсутствует корневая система. При появлении молодых побегов (шилец) сорняков проводят вспашку плугами с предплужниками.

На тяжелоуплотненных почвах дисковые лушильники плохо заглубляются и не полностью разрезают глубокозалегаемые корневища таких сорняков, как острец, свинорой. Поэтому первое лушение проводят лемешными лушильниками на глубину 12—14 см для извлечения корневищ на поверхность поля. Его можно заменить и мелкой вспашкой.

Вторичное лушение выполняют дисковыми орудиями, которые хорошо измельчают корневища сорняков. Для этих целей используют и тяжелые дисковые бороны. После появления проростков сорняков проводят вспашку.

Корнеотпрысковые сорняки (осот, молокоан) имеют глубокое залегание корневых отпрысков. Поэтому для борьбы с ними почву обрабатывают лемешными лушильниками типа ППЛ-5-25, ППЛ-10-25 на 14—16 см, которые хорошо подрезают корни на большую глубину. При сильном засорении почву повторно дискуют на меньшую глубину. Для уменьшения иссушения почвы, лучшего контакта с ней семян сорняков лушение проводят в агрегате с боронами, катками. Данные НПО «Подмосковье» свидетельствуют, что бодяк полевой при лушении на 10 см и вспашке на 20—22 см уничтожался на 77 %, а при лушении на глубину 14 см и вспашке на 20—22 см — на 85 %.

При массовом появлении всходов сорняков проводят культурную вспашку плугами с предплужниками. Она позволяет заделать в почву сорняки, вносимые удобрения, мелиоранты и своевременно подготовить почву к раннему посеву яровых культур. Вспашку проводят также для придания почве пахотного слоя рыхлого комковатого состояния с целью накопления и сохранения воды осенних и зимних осадков в почве.

Сроки проведения зяблевой вспашки определяются временем уборки культур, продолжительностью теплого послеуборочного периода, увлажненностью почвы и периодом появления массовых всходов сорняков. В большинстве регионов страны эффективна ранняя зяблевая вспашка, при которой создаются благоприятные условия для разложения растительных остатков, органических удобрений и накопления доступных растениям питательных веществ. По обобщенным экспериментальным данным, ранним сроком зяблевой вспашки считается для северных и восточных областей период до 5 сентября, Центрального Нечерноземья, ЦЧЗ, Среднего Поволжья — до 20 сентября, в более южных регионах зяблевую обработку проводят и позднее.

* Послеуборочный период с положительной температурой выше 10 °С в большинстве перечисленных регионов длится более одного

месяца. Этого достаточно для эффективной борьбы с сорняками. Например, малолетние сорняки при наличии тепла и влаги прорастают через 15—20 дней, а многолетние — на 8—10 дней позднее. Это зачастую и определяет сроки зяблевой вспашки. В северных и северо-западных районах, в Восточной Сибири и других регионах с коротким вегетационным периодом вспашку проводят сразу после уборки зерновых культур, без предварительного лушения. Лушение живья здесь малоэффективно.

Глубину осенней вспашки устанавливают в зависимости от мощности гумусового слоя, типа почвы, требований культуры, под которую обрабатывают почву, от видового состава сорняков.

На дерново-подзолистых и серых лесных почвах при наличии малолетних сорняков под яровые зерновые культуры пахут мелко — на 16—17 см, при засорении многолетними сорняками глубину вспашки увеличивают до 20—22 см, а под пропашные культуры на черноземных и серых лесных почвах пахут на глубину 28—32 см.

Глубокие осенние обработки создают чрезмерную рыхлость почвы и вызывают ее переувлажнение, что приводит к запаздыванию с посевом ранних яровых зерновых культур и часто к снижению урожайности. Поэтому на почвах избыточного увлажнения зяблевую вспашку заменяют мелкой обработкой на глубину 10—12 см помощью тяжелых дисковых борон, лемешных лушильников. Такая обработка эффективна под культуры позднего срока посева и пропашные культуры, под которые проводят весновспашку.

В районах достаточного увлажнения вспашку осуществляют без боронования, чтобы почвенные гребни лучше прогревались. Наоборот, в степных засушливых районах во избежание иссушения почвы пахут с одновременным выравниванием поверхности почвы боровами, катками. В зонах распространения ветровой эрозии (степные районы Западной Сибири, Нижнего Поволжья и др.) осеннюю обра-

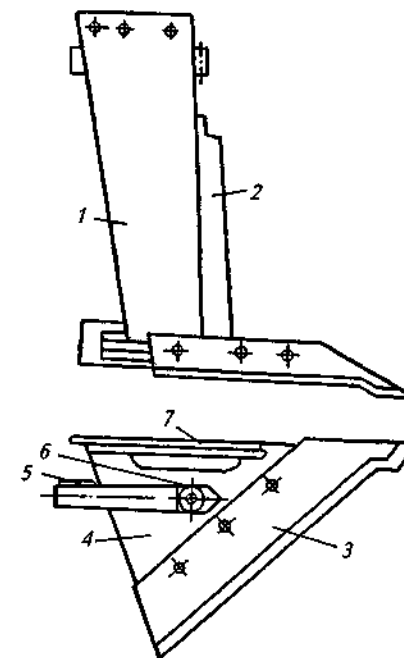


Рис 28. Усовершенствованная лапа подрезная ЛП-035 (стойка СиБИМЭ):

1 — стойка; 2 — накладка; 3 — лемех; 4 — башмак; 5 — пластина; 6 — упор; 7 — доска полевая

ботку проводят плоскорезами-глубокорыхлителями на 16—18 см с оставлением стерни на поверхности поля.

Под пропашные культуры и в чистых парах глубину обработки увеличивают до 25—27 см. Для этих целей используют и безотвальные плуги типа параплау, плуги, оборудованные стойками СибИМЭ (рис. 28).

Безотвальная обработка хорошо защищает почву от ветровой эрозии, уменьшает потери влаги на испарение, а также на 25—30 % снижает темпы минерализации органического вещества. Однако безотвальная обработка, например, обыкновенного тяжелосуглинистого чернозема приводит к увеличению засоренности посевов и снижению урожайности таких культур, как просо, горох, ячмень.

4.4. ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОСЛЕ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

Пропашные культуры (сахарная свекла, картофель, кукуруза и др.) имеют поздние сроки уборки. Под эти культуры почву, как правило, обрабатывают глубоко. Поля, освободившиеся из-под пропашных культур, находятся в относительно чистом от сорняков состоянии по сравнению с культурами сплошного посева, почва достаточно рыхлая и имеет благоприятный питательный режим. Принимая во внимание поздние сроки уборки этих культур, осеннюю вспашку, например, после картофеля и корнеплодов заменяют лемешным лущением на 10—12 см (12—14 см) или безотвальным рыхлением.

Уплотненные колеи (дороги), образующиеся на поле при уборке урожая, дважды дискуют или запахивают.

На почвах тяжелого гранулометрического состава, а также при сильном засорении поля многолетними сорняками проводят вспашку плугами с предплужниками. После высокостебельных пропашных (кукурузы, подсолнечника, сорго и др.) на поле остаются грубые растительные остатки стеблей. Для их измельчения почву предварительно дискуют тяжелой дисковой бороной в 1—2 следа или применяют корнестеблеизмельчители, фрезерные культиваторы. Затем поле пашут плугами с предплужниками.

При повторном возделывании кукурузы на серых лесных, черноземных почвах глубину вспашки увеличивают до 23—25 см, что обеспечивает лучшую заделку растительных остатков. Вспашка хорошо уничтожает таких вредителей, как кукурузный мотылек, подсолнечниковая щитовоска и др.

На средне- и хорошоокультуренных почвах среднесуглинистого гранулометрического состава, а также на полях, слабо засоренных многолетними сорняками, вспашку под яровые зерновые культуры заменяют мелкой обработкой на 10—12 см, используя дисковые лущильники, тяжелые бороны БДТ-3, БДТ-7, БДТ-10, паровые тяжелые культиваторы КПЭ-3,8, КТС-10-01, чизельные культиваторы КЧП-5,1.

Поверхностная или мелкая обработка после пропашных культур с помощью широкозахватных орудий уменьшает число проходов техники по полю, уплотнение почвы, позволяет на 3—5 дней раньше проводить весенние полевые работы под культуры раннего срока посева, а также провести посев в кратчайшие сроки.

При выборе приемов основной обработки почвы учитывают засоренность полей, тип почвы и проявление эрозии. Например, на легких почвах, подверженных ветровой эрозии, почву обрабатывают орудиями с плоскорезными рабочими органами на глубину 12—14 см или оставляют поле без обработки. На тяжелых почвах глубину обработки увеличивают до 20—22 см. Для мелкой обработки используют культиваторы-плоскорезы КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11, ОПТ-3-5.

На солонцовых уплотняющихся почвах и склоновых землях применяют более глубокое плоскорезное или чизельное рыхление на 25—27 см или плуги-рыхлители с наклонными стойками типа параплау, а также со стойками СибИМЭ. Глубокое рыхление увеличивает водопроницаемость почвы и способствует накоплению воды в почве. Поля, сильно засоренные овсягом, для провоцирования его всходов предварительно обрабатывают игольчатыми орудиями БИГ-3А, БМШ-15, БМШ-20.

4.5. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОСЛЕ СЕЯНЫХ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

Почва после многолетних трав (клевер, люцерна, овсяница и др.) по своим агрофизическим и биологическим свойствам отличается от почв из-под однолетних культур.

Верхний слой почвы, обильно пронизанный корнями, хорошо оструктурен и обладает повышенной связностью. Зачастую поля из-под многолетних трав засорены многолетними сорняками, а дернина способна к отрастанию. Поэтому главными задачами обработки таких полей являются лишение жизнеспособности дернины, улучшение аэрации почвы и создание благоприятных условий для ее разложения.

В районах с коротким вегетационным периодом поля после многолетних трав пашут плугами с предплужниками. Чтобы дернина хорошо засыпалась рыхлой почвой, предплужник устанавливают на большую глубину (до 12—14 см). Качественная заделка дернины достигается при глубине вспашки дерново-подзолистых почв не менее 20—22 см, черноземных — 25—27 см. Во избежание сильного иссушения почвы и ускорения разложения дернины сразу после вспашки почву дискуют, выравнивают и прикатывают. Следует отметить, что ранние сроки запашки дернины ускоряют ее разложение.

Почвы тяжелого гранулометрического состава, а также засоренные многолетними сорняками перед вспашкой дискуют в двух направлениях на глубину 8—10 см, используя тяжелые дисковые бо-

роны. Измельченные при обработке дернины корневища и корневые отпрыски сорняков прорастают, расходуя при этом пластические вещества. При массовом появлении проростков сорняков проводят немедленную вспашку плугами с предплужниками. Такая обработка на 80 % очищает поле от многолетних сорняков и препятствует отрастанию дернины.

Дернина люцерны после вспашки способна к отрастанию. Для предупреждения ее отрастания поле за 12—15 дней до вспашки обрабатывают лемешными лушильниками или сразу пашут на глубину 25—27 см. Хорошую заделку пласта обеспечивают плуги с удлиненными предплужниками.

Ранние сроки подъема пласта более благоприятно влияют на разложение дернины и повышают урожайность яровых зерновых культур на 12—15%. Поэтому в северных и восточных районах вспашку пласта проводят сразу после скашивания многолетних трав. При хорошем травостое снимают два укоса и почву обрабатывают после второго укоса. При двух укосах многолетних трав продуктивность севооборота повышается на 15—20 %. В орошаемом земледелии снимают несколько укосов и обработку проводят после последнего скашивания.

На торфяных и некаменистых почвах, плотную дернину трав перед вспашкой обрабатывают фрезерными орудиями на глубину 8—10 см. Более глубокая обработка возможна, но требует больших энергетических затрат.

При размещении после многолетних трав яровых зерновых культур почву пашут на глубину 20—22 см, а под пропашные (картофель, капуста, овощные культуры) одновременно со вспашкой проводят углубление пахотного слоя на 8—10 см.

На легких почвах при сильной аэрации растительные остатки быстро минерализуются. Чтобы избежать потерь питательных веществ, вспашку проводят в более поздние сроки.

4.6. ПОЛУПАРОВАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

Под *полупаровой обработкой* понимают совокупность приемов сплошной обработки почвы после рано убираемых непаровых предшественников, выполняемых в летне-осенний период. К непаровым предшественникам относят озимую пшеницу, озимую рожь, ячмень, кукурузу на зерно, гречиху и др.

После непаровых предшественников почву в летне-осенний период обрабатывают по типу чистого пара. Полупаровая обработка получила широкое распространение в южных регионах (Северный Кавказ, Среднее и Нижнее Поволжье и др.), где после уборки рано убираемых предшественников стоит продолжительная (2,5—3,5 мес) теплая осень. За это время выпадает значительное количество осадков, например в Ростовской области 80—100 мм, в Краснодарском крае — 110—130 мм. Полупаровая обработка способствует

накоплению воды в почве. Основными задачами полупаровой обработки являются: не допустить иссушения почвы и качественно ее обработать, очистить почву от семян и вегетативных органов размножения сорняков, накопить воду и доступные растениям питательные вещества в почве.

При построении полупаровой обработки почвы учитывают предшественник, увлажненность почвы, ее уплотнение, видовой состав сорняков и другие условия.

Наиболее распространенными вариантами полупаровой обработки являются:

вспашка плугами с предплужниками и последующие периодические поверхностные или мелкие обработки в течение всего послеуборочного периода;

несколько лушений дисковыми или лемешными лушильниками и последующая вспашка, которую проводят поздней осенью;

плоскорезные мелкие обработки (2—4) на глубину 10—12 см и последующее глубокое безотвальное рыхление поздней осенью.

При достаточном увлажнении почвы и слабой засоренности после уборки культур немедленно проводят вспашку на глубину пахотного слоя с одновременным боронованием и прикатыванием. В этих целях используют комбинированный пахотный агрегат типа ПКА-2 (плуг, рельсовая волокуша, секция кольчато-шпорового катка), который хорошо разрыхляет, выравнивает поверхность почвы и создает на некоторой глубине уплотненный слой почвы, препятствующий испарению влаги. После такой обработки сорняки дружно прорастают и уничтожаются при последующих культивациях.

Количество последующих культивации устанавливают в зависимости от степени уплотнения почвы и прорастания сорняков. Если почва сухая или недостаточно влажная, то после уборки культуры лущат на 6—8 см с одновременным прикатыванием кольчато-шпоровыми катками, что ускоряет прорастание сорняков. При появлении всходов сорняков (через 2—3 нед) пашут с одновременным боронованием. В последующий период проводят несколько поверхностных обработок с помощью культиваторов, оборудованных зубowymi или прутковыми боронами, а в сухую погоду и катками.

В засушливые годы при сильном иссушении почвы при вспашке образуется большое количество глыб, что увеличивает испарение почвенной влаги. Поэтому вспашку после уборки культуры заменяют мелкой обработкой на 10—12 см с помощью тяжелых дисковых борон или лемешных лушильников с одновременным боронованием и прикатыванием.

Более полное послыйное уничтожение корнеотпрысковых сорняков достигают двукратным лушением с одновременным прикатыванием. Первое проводят дисковыми лушильниками на глубину 8—10 см, второе — лемешными лушильниками на 10—12 см. При отрастании сорняков поле пашут плугами с предплужниками и про-

водят прикатывание. По мере уплотнения почвы и прорастания сорняков в течение летне-осеннего периода осуществляют несколько культивации с выравниванием поверхности почвы. При применении гербицидов для борьбы с сорняками число культивации можно сократить.

В степных регионах, подверженных ветровой эрозии, и районах недостаточного увлажнения вспашку заменяют безотвальной обработкой с помощью культиваторов-плоскорезов, глубоких рыхлителей и чизельных орудий. Если на поле преобладают малолетние сорняки, то вместо лущения жнивья обработку осуществляют культиваторами-плоскорезами на глубину 6—8 см сразу после уборки зерновой культуры. Такая обработка почвы позволяет подрезать сорняки и оставить на поверхности поля до 70 % стерни, которая предохраняет почву от иссушения. По мере появления сорняков и уплотнения почвы обработку повторяют в течение всего послеуборочного периода.

Для послойного очищения полей от многолетних сорняков глубину обработки увеличивают до 12—14 см, используя широкозахватные культиваторы-плоскорезы КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11. Последнюю глубокую обработку проводят поздней осенью под зерновые культуры на глубину 16—18 см, а под пропашные ее увеличивают до 25—27 см. Обработку ведут плоскорезами-глубококорыхлителями типа КПП-250, КПП-2-150.

Высокоэффективна полупаровая почвозащитная обработка. Полупаровая обработка имеет преимущества, особенно на тяжелых по гранулометрическому составу почвах, склонных к заплыванию, а также в зоне аридного земледелия на засоленных черноземах и каштановых почвах.

4.7. ПАРОВАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОД ЯРОВУЮ ПШЕНИЦУ

В степных зонах Западной и Восточной Сибири, Южного Урала и других регионах с коротким вегетационным периодом и глубоким промерзанием почвы преобладающей культурой является яровая пшеница. Размещают ее в зернопаровых севооборотах по кулисным парам, которые оставляют после ячменя, овса или яровой пшеницы.

Главные задачи обработки в этих условиях — накопление и сохранение максимального количества влаги, эффективная борьба с сорняками и защита почвы от ветровой эрозии.

Обработка чистых кулисных паров в степной зоне различается в зависимости от количества выпадающих осадков, гранулометрического состава почвы, засоренности полей и степени проявления ветровой эрозии.

В засушливой степи на почвах легкого гранулометрического состава осеннюю обработку почвы проводят культиваторами-плоскорезами КПШ-5, КПШ-11 на небольшую глубину (10—12 см) для подрезания сорняков. При поздних сроках уборки зерновых куль-

тур, а также на легких почвах, подверженных эрозии, осеннюю обработку не проводят. На полях, засоренных овсюгом, осенью необходима обработка игольчатыми орудиями БИГ-3А, БМШ-15, БМШ-20 на глубину 4—6 см, чтобы заделать семена овсюга в почву и создать условия для их прорастания.

На тяжелых почвах и солонцеватых землях, склонных к сильному уплотнению, осеннюю обработку осуществляют на глубину 20—22 см или глубже с помощью плоскорезов-глубококорыхлителей типа КПП-250А, ПГ-3-100.

Почвозащитные приемы обработки с оставлением на поверхности поля до 80 % стерни и растительных остатков способствуют задержанию снега, улучшают поглощение влаги почвой и ее накопление. В годы с сухой осенью и малоснежной зимой весенние запасы влаги в почве со стерней в 1,5—2 раза выше по сравнению с отвальной обработкой. При этом мульчирующая обработка надежно защищает почву от ветровой эрозии.

В северной лесостепи с достаточным количеством осадков и слабым проявлением ветровой эрозии паровые поля осенью обрабатывают плугами с отвалами. В зимний период на этих полях проводят снегозадержание.

Первую обработку чистых паров осуществляют ранней весной на стерневых фонах с помощью боронования игольчатыми боронами, а на полях с отвальной обработкой — зубовыми.

На засоренных полях весной при появлении массовых всходов сорняков обработку проводят культиваторами-плоскорезами на 8—10 или 10—12 см. Это способствует лучшему подрезанию многолетних и однолетних сорняков и сохранению влаги в почве. Для обработки паров, например, в Поволжье используют паровые культиваторы с ножевидными рабочими органами.

В весенне-летний период по мере появления сорняков проводят мелкую обработку культиваторами-плоскорезами, штанговыми или при отсутствии многолетних сорняков игольчатыми боронами в режиме активного рыхления. Мелкая обработка паров предохраняет почву от иссушения и в то же время позволяет вести эффективную борьбу с сорняками. Для более устойчивой работы плоскорезов глубину каждой последующей обработки увеличивают на 1—2 см.

На полях, засоренных пыреем, в летний период проводят несколько культивации, увеличивая глубину обработки до 12—14 см для подрезания и вычесывания корневищ. Для этого используют орудия типа ОПТ-3-5, которые оборудуют специальными вычесывателями для обработки запыреенных полей.

Участки, засоренные острецом, с глубоким залеганием корневищ весной пашут, извлекая корневища на поверхность. По мере отрастания их в летний период подрезают тяжелыми противоэрозионными культиваторами КПЭ-3,8 или плоскорезами. Подсыханию подрезанных корневищ способствует сухое и жаркое лето.

Для повышения влагонакопительной роли пара в первой поло-

вине июля высевают трехстрочные кулисы из горчицы и рапса. Посев их совмещают с обработкой паров. При появлении всходов сорняков межкулисные пространства мелко обрабатывают для подрезания сорняков.

Многократные обработки чистого пара, а их проводят в летний период до 4—5 раз, почти полностью уничтожают стерню, снижая противэрозионную устойчивость почвы. Поэтому для борьбы с сорняками в летний период на парах применяют гербициды. Это позволяет сократить число механических обработок пара до 1—2, сохранить стерню, влагу от испарения и повысить ветроустойчивость почвы.

Последнюю обработку чистого пара проводят в августе—сентябре в зависимости от почвенных условий. На почвах легкого гранулометрического состава с высокой водопроницаемостью почву обрабатывают культиваторами-плоскорезами на небольшую глубину — 12—14 см. Наоборот, на тяжелых почвах глубину обработки увеличивают до 20—22 или 25—27 см, используя плоскорезы-глубокорыхлители КПГ-250А, ПГ-3-100, ОПТ-3-5идр.

4.8. ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

Предпосевная обработка — это совокупность приемов поверхностной или мелкой обработки почвы, выполняемых в определенной последовательности перед посевом или посадкой сельскохозяйственных культур.

В зависимости от состояния почвы ее можно выполнять за один прием или совмещать с посевом.

Основные задачи предпосевной обработки почвы следующие:

создание мелкокомковатого посевного слоя с оптимальным для прорастания семян сложением и выровненной поверхностью почвы с целью уменьшения испарения влаги;

очищение поля от всходов сорняков;

заделка в почву, если необходимо, минеральных удобрений, пестицидов, обеспечивающая сплошное или локальное их размещение в почве;

создание уплотненного семенного ложа для обеспечения равномерной заделки семян на оптимальную глубину.

Подготовленная к посеву почва должна соответствовать следующим агротехническим требованиям: быть мелкокомковатой и хорошо разрыхленной до глубины посева семян, иметь уплотненное ложе для лучшего контакта семян с почвой и свободного доступа к ним воздуха, тепла и влаги.

Глыбистость (доля комков диаметром 3 см и более) не должна превышать для увлажненных районов 15—20 %, для засушливых — 10 %. Наличие глыб суммарной площадью более 10 см² в посевном слое выше указанных значений не допускается, так как это приводит к сильному испарению влаги с поверхности почвы.

Поверхность почвы перед посевом должна быть хорошо выровнена. Не допускается существование на поверхности почвы крупных комков и глыб, а также на поле свальных гребней и развальных борозд. Несоблюдение этих условий приводит к неравномерной заделке семян при посеве, недружному появлению всходов и в результате к неодновременному созреванию хлебов и большим потерям при уборке. Поэтому предпосевная обработка почвы должна обеспечить высокое качество крошения (80 % комочков диаметром 1—20 мм).

Для предпосевной обработки почвы используют зубовые, ножевидные, дисковые, игольчатые и другие бороны, паровые культиваторы, катки, фрезы, культиваторы-плоскорезы, а также комбинированные агрегаты, выполняющие несколько технологических операций.

Различают предпосевную обработку почвы под культуры раннего срока посева (ячмень, овес, яровая пшеница, вика, горох и др.) и под поздно высеваемые (просо, гречиха, кукуруза, картофель и др.).

Обработанная с осени почва рано весной содержит наибольшее количество влаги, которую необходимо сохранить. Поэтому первым приемом весенней предпосевной обработки должно стать выравнивание поверхности почвы, придание верхнему слою рыхлого мелкокомковатого состояния. Рыхлый слой почвы препятствует подтоку воды к поверхности по капиллярным порам и уменьшает ее испарение. Почва хорошо рыхлится лишь при физической спелости (при влажности 60—80 % ПВ) и сохраняет приданные ей обработкой свойства. Поэтому опаздывать с рыхлением почвы не следует, так как потом она сильно иссушается и качество обработки снижается.

Для большинства районов, где проведена зяблевая вспашка, первым приемом предпосевной обработки будет боронование. С помощью боронования выравнивают поверхность почвы, разрушают почвенную корку и повреждают молодые всходы сорняков.

Физическая спелость почвы на различных полях и участках наступает в разные сроки. Поля и участки, расположенные на южных склонах и вдали от лесополос, лучше прогреваются солнцем и раньше пригодны для обработки. Поэтому первое боронование проводят выборочно, по мере наступления физической спелости верхнего слоя почвы. Раньше всех поспевают легкие почвы (песчаные, супесчаные), легко- и среднесуглинистые.

На полях, вспаханных с осени, и черных парах ранневесеннее боронование проводят в самые кратчайшие сроки — за 1—2 дня. Для лучшего выравнивания поверхности почвы и хорошего крошения боронование следует проводить поперек направления зяблевой вспашки или по диагонали поля.

Наибольший эффект от боронования получают в степных засушливых районах, где происходит интенсивное испарение почвенной влаги. Так, по данным НИИСХ Юго.-Востока, в засушли-

вую весну почва южного чернозема при отсутствии боронования испаряет в сутки от 40 до 120 т воды с 1 га, что приводит к недобору 100 кг зерна.

В зоне достаточного и избыточного увлажнений ранневесеннее боронование малоэффективно; его проводят лишь при установлении теплой и сухой погоды.

На легких хорошо оструктуренных почвах первое боронование проводят зубowymi легкими, средними боронами или шлейфами, а на тяжелых, глинистых, склонных к заплыванию используют тяжелые бороны типа БЗТС-1. В районах ветровой эрозии для боронования применяют игольчатые бороны БИГ-3 в режиме активного рыхления или бороны-котыги БМШ-20.

Лучшее рыхление почвы достигают при бороновании в два следа, за исключением очень рыхлых почв. Для боронования предпочтительны тракторы на гусеничном ходу, которые меньше уплотняют влажную почву. При использовании колесных тракторов на колеса ставят специальные уширители, а для рыхления уплотненной колеи применяют дополнительные долотообразные рыхлители.

В районах достаточного увлажнения на легких по гранулометрическому составу почвах под ранние яровые культуры после боронования ограничиваются одной предпосевной культивацией на глубину заделки семян (5—6 см) с боронованием и выравниванием поверхности почвы. В этих целях используют паровые культиваторы КПС-4А, КШУ-6, КШП-8 и другие со стрельчатыми, пружинными и другими рыхлительными рабочими органами и оборудованные зубowymi, прутковыми и другими боронами (рис. 29).

На хорошо окультуренных супесчаных и среднесуглинистых почвах, слабо засоренных многолетними сорняками, эффективно двукратное боронование тяжелыми зубowymi боронами с немедленным посевом ранних яровых культур.

На тяжелых суглинистых и глинистых почвах для лучшей аэрации и прогревания рекомендуют более глубокое рыхление — на

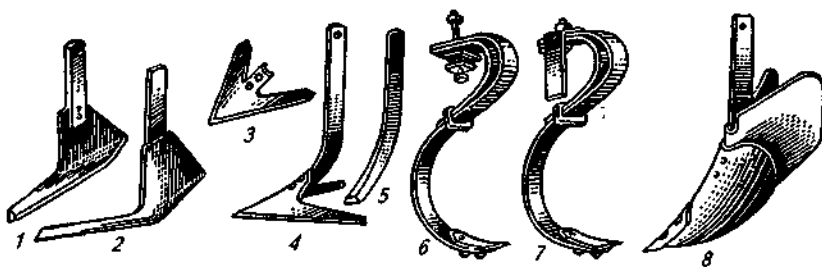


Рис. 29. Основные типы лап культиваторов:

1, 2 — односторонние плоскорежущие; 3, 4 — стрельчатые плоскорежущие; 5 — рыхлительная долотообразная; 6, 7 — рыхлительные на пружинных стойках; 8 — корпус окучника

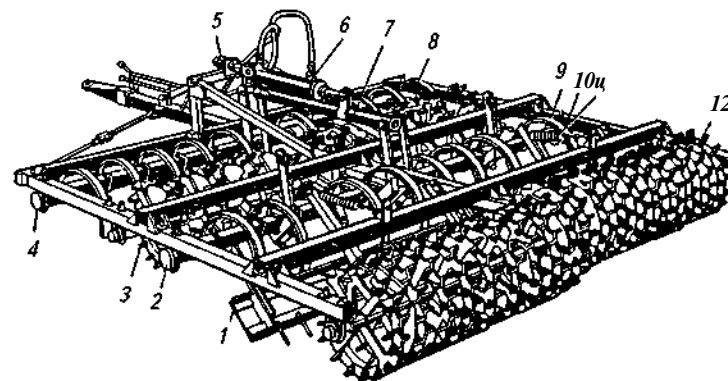


Рис. 30. Комбинированный почвообрабатывающий полунавесной агрегат РВК-3,6:

1 — выравнивающий брус; 2, 4 — поворачиваемые бруссы; 3 — разрезанный каток; 5 — винтовой механизм регулировки; 6 — гидроцилиндр; 7 — продольная тяга; 8, 9 — С-образные рыхлители; 10 — рама; 11 — пружина; 12 — кольчато-шпоровый каток

10—12 см. В этих целях используют тяжелые дисковые бороны, тяжелые культиваторы типа КПЭ-3,8, чизельные культиваторы и другие орудия. Эффективно и применение ножевых вращающихся борон. На полях, засоренных корнеотпрысковыми сорняками, проводят лемешное лушение или мелкую вспашку на 16—17 см с боронованием и выравниванием поверхности почвы, а в засушливые годы и с прикатыванием.

Наиболее эффективной предпосевной обработкой полей после многолетних трав, вспаханных с осени, является дискование почвы с помощью тяжелых дисковых борон БДТ-3, БДТ-7, БДТ-10. Они хорошо рыхлят почву и не извлекают на поверхность дернину многолетних трав. Обработку ведут в агрегате с зубowymi боронами. Если поверхность почвы гребнистая, то для предпосевной обработки почвы используют специальные выравниватели почвы типа ВПН-5,6, ВИП-5,6, бидр.

Лучшее качество предпосевной обработки и перемешивание почвы с удобрениями обеспечивают комбинированные почвообрабатывающие агрегаты типа РВК-3,6 (рис. 30); РВК-5,4, а также фрезы и фрезерные культиваторы КФГ-3,6. За один проход эти агрегаты рыхлят почву, крошат глыбы, выравнивают и уплотняют поверхность. Это создает хорошие условия для равномерной заделки семян, увеличивает полноту всходов и повышает урожайность зерновых культур на 0,15—0,25 т/га. Комбинированные агрегаты с пассивными рабочими органами хорошо работают лишь на предварительно вспаханной почве, и, наоборот, фрезерные орудия могут работать на полях без предварительной обработки.

Во влажные годы и на переувлажненных почвах фрезерные орудия

для применять не следует из-за чрезмерного заплывания почвы и образования почвенной корки при сухой погоде. В этих условиях целесообразнее использовать паровые культиваторы с рыхлящими рабочими органами, которые придают почве среднекомковатое состояние.

Мелкосеменные культуры — лен, клевер, люцерна и другие травы, а также овощные культуры требуют более тщательного рыхления и выравнивания верхнего слоя почвы. Поэтому под эти культуры проводят чаще всего две культивации с боронованием и прикатыванием или применяют комбинированные агрегаты, которые совмещают рыхление, выравнивание и прикатывание почвы.

Для оптимизации почвенных условий, ускорения прорастания семян и появления дружных всходов необходимо не допускать большого перерыва во времени между предпосевными обработками и посевом культур, особенно раннего срока посева.

Предпосевная обработка почвы под культуры позднего срока посева (гречиха, просо, кукуруза и др.) имеет свои особенности. Им необходимо, чтобы почва прогрелась до 10—12 °С и была чистой от сорняков. После ранневесеннего боронования остается достаточно времени для проведения двух-трех культивации. Первую культивацию проводят на 8—10 см с использованием рыхлящих рабочих органов, чтобы почва лучше прогревалась; при внесении минеральных удобрений глубину обработки увеличивают до 10—12 см.

Последующие культивации проводят на меньшую глубину в зависимости от уплотнения почвы и появления всходов сорняков. На супесчаных и легкосуглинистых почвах ограничиваются двумя культивациями. Для весеннего рыхления используют паровые культиваторы КШП-8, КШУ-12, КШУ-18. Последнюю предпосевную культивацию осуществляют на глубину заделки семян. Все обработки проводят с одновременным боронованием зубowymi (БЗСС-1) или посевными (ЗБП-0,6А) боронами или со шлейф-боронами ШБ-2,5. В сухую погоду предпосевную обработку дополняют прикатыванием.

Органические удобрения под картофель, овощные культуры вносят весной, особенно на легких почвах. Поэтому делают мелкую перепахку зяби на 16—17 см плугами без предплужников с одновременным боронованием, чтобы удобрения лучше перемешивались с почвой. Перепахка на глубину 16—17 см эффективна и на тяжелых почвах под пропашные культуры. Хорошее предпосевное рыхление почвы и перемешивание ее с удобрениями обеспечивают применение фрез, фрезерных культиваторов и роторных плугов. Если органические удобрения внесены осенью, то вместо перепахки проводят глубокое безотвальное рыхление почвы на 28—30 см перед посадкой картофеля с помощью чизельных орудий ПЧ-2,5, ПЧ-4,5, оборудованных стрельчатыми или долотообразными рабочими органами. После глубокой обработки чизельными орудиями на поле образуются гребни. Для выравнивания поверхности почвы

чизельные агрегаты оборудуют специальными приспособлениями ПСТ-2,5 и ПСТ-4,5. Предпосадочное чизелевание повышает урожайность картофеля на 3,8 т/га (табл. 35).

35. Урожайность пропашных культур в зависимости от чизелевания дерново-подзолистой почвы (по данным кафедры земледелия МСХА), т/га

Культура	Перепахка на 16—17 см	Чизельная обработка на 28—30 см	Прибавка урожайности, т/га
Картофель	26,1	29,9	+3,8
Кормовая свекла	71,4	80,3	+8,7
Кукуруза на силос	44,2	50,4	+6,2

Безотвальное рыхление перед посадкой картофеля проводят и с помощью безотвальных орудий, плугов со снятыми отвалами, глубокорыхлителями. Для заделки органических удобрений и одновременного глубокого рыхления почвы наиболее эффективны плуги с вырезными отвалами. Такая обработка, например, серой лесной почвы повышает урожайность картофеля на 3—4 т/га.

Основная задача предпосевной обработки почвы в зонах недостаточного увлажнения — выровнять поверхность почвы, создать мульчирующий слой для сохранения почвенной влаги, накопленной за осенне-зимний период. Поэтому в этих условиях целесообразно применять орудия с плоскорезными или игольчатыми рабочими органами, которые не оборачивают почву. Органические удобрения лучше вносить осенью, а при весеннем внесении под пропашные культуры их заделывают в почву с помощью тяжелых дисковых борон на глубину 14—16 см.

Предпосевная обработка под ранние яровые зерновые культуры в степной зоне, подверженной ветровой эрозии, состоит из одного боронования игольчатыми боронами БИГ-3А в режиме активного рыхления. Сразу после нее проводят посев с внесением минеральных удобрений с помощью стерневой сеялки СЗС-2,1 и прикатыванием. Количество предпосевных культивации и глубина обработки под яровые культуры определяются уплотнением почвы, засоренностью поля и глубиной осенней обработки.

Поля, засоренные овсюгом и зимующими сорняками, вначале обрабатывают игольчатыми боронами, затем при прорастании овсюга проводят обработку культиваторами-плоскорезами КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11 на глубину 6—8 см. При засорении полей многолетними сорняками число культивации увеличивают до двух, а глубину обработки — до 12—14 см. Для уменьшения испарения влаги почву одновременно прикатывают. Предпосевные обработки под яровые зерновые культуры осуществляют на глубину посева семян (6—8 см).

Под сахарную свеклу и овощные культуры, как правило, проводят качественную осеннюю обработку. На хорошо оструктуренных, слабо уплотнившихся черноземных почвах весной осуществляют

закрытие влаги с помощью широкозахватных агрегатов, включающих зубовые и шлейф-бороны. Лучшее качество рыхления и выравнивания почвы обеспечивается за два прохода агрегата: первый проход агрегата включает шлейф-бороны + зубовые средние или посевные бороны ЗБП-0,6; второй проход — шлейф-бороны + посевные бороны или райборонки ЗОР-0,7.

На сильно уплотненных почвах в агрегате зубовые средние бороны заменяют на тяжелые. Разрыв между обработками в сухую солнечную погоду составляет 3—4 ч. Для лучшего крошения почвы каждую последующую обработку проводят поперек направления предыдущей, или под углом 45°. На закрытии влаги лучше использовать гусеничные тракторы, которые меньше уплотняют почву. Предпосевную культивацию проводят одновременно с посевом сахарной свеклы на глубину посева семян (4—5 см).

Применение паровых культиваторов не обеспечивает хорошее, равномерное по глубине рыхление почвы. Для предпосевной обработки используют свекловичные культиваторы типа УСМК-5,4А, оборудованные односторонними бритвами и плоскорежущими стрельчатыми лапами и приспособлениями для внесения гербицидов. В сухую погоду проводят предпосевное прикатывание почвы.

Под поздновысеваемые яровые культуры (кукуруза, просо, сорго, гречиха) предпосевная обработка включает покровное боронование и две-три культивации с одновременным боронованием, а в сухую погоду и прикатыванием. При гребнистой поверхности поля после боронования проводят выравнивание почвы волокушами, выравнивателями. Глубину первой культивации увеличивают до 10—12 см. С помощью культивации выравнивают поверхность почвы, что снижает испарение влаги, подрезают вегетирующие сорняки и провоцируют к отращиванию многолетних сорняков.

Одновременное прикатывание кольчато-шпоровыми катками ускоряет прорастание сорняков и, что самое главное, создает в профиле почвы уплотненную прослойку, которая препятствует диффузному испарению влаги. Вторую культивацию проводят при появлении всходов сорняков.

На хорошо оструктуренных почвах с выровненной зябью и чистых от сорняков полях ограничиваются боронованием зяби и одной предпосевной культивацией с боронованием, так как рыхлая почва не способствует прорастанию семян сорняков. При этом влага в верхних слоях почвы лучше сохраняется, раньше и дружнее всходят сорняки, которые уничтожают предпосевной культивацией.

Глубина предпосевной культивации под кукурузу, подсолнечник составляет 6—8 см, а под просо и другие мелкосеменные культуры — 4—6 см. При возделывании гибридов, например подсолнечника, у которых семена мельче, чем у сорта, культивацию перед по-

севом проводят на 5—6 см. Лучшие орудия для предпосевной обработки — культиваторы со стрельчатыми плоскорежущими лапами, которые хорошо и равномерно рыхлят верхний слой почвы без ее оборачивания, подрезают сорняки и создают уплотненное семенное ложе. Предпосевные агрегаты оборудуют гладкими катками, а предыдущие культивации проводят в агрегате с кольчато-шпоровыми катками.

Заслуживает внимания и совмещение предпосевной культивации с посевом культур в одном агрегате, что уменьшает число проходов агрегата по полю, уплотнение почвы и повышает производительность агрегата. Современные мощные тракторы МТЗ-100, МТЗ-102, ЛТЗ-155 позволяют одновременно агрегатировать культиватор и сеялку. Минимализацию предпосевной обработки можно осуществлять за счет полосного рыхления почвы только в зоне рядка, где размещаются семена пропашных культур, а остальную площадь поля обрабатывают гербицидами. Это сокращает сроки выполнения работы и снижает энергетические затраты на ее выполнение.

4.9. ПОДГОТОВКА ПОЧВЫ ПОД ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Промежуточные посевы занимают поле в свободное от возделывания основных культур севооборота время. В качестве промежуточных культур возделывают и мелкосеменные культуры (горчица, рапс, редька масличная и др.). Для обработки почвы зачастую остается ограниченный период времени. Поэтому основные задачи обработки — не допустить иссушения почвы, хорошо разрыхлить и выровнять почву, чтобы заделать семена во влажный слой и получить дружные всходы.

Подготовка почвы под озимые и зимующие промежуточные культуры осеннего срока посева (озимая рожь, озимая вика, гибрид перко и др.) не отличается от обработки ее при возделывании этих культур на зерно. Ее строят с учетом предшественника, типа почвы и ее увлажнения, засоренности полей и других условий. При размещении озимых после пропашных культур (картофель ранний, кукуруза на силос и др.) вспашку заменяют мелкой обработкой: 1—2-кратное дискование на глубину 8—10 см и последующая культивация с боронованием. Предпосевная обработка под озимый рапс, озимую сурепицу и другие мелкосеменные культуры должна включать выравнивание и прикатывание почвы. Для этих целей используют РВК-3,6, РВК-5,4, ВИП-5,6 и др.

При размещении промежуточных культур после озимых и яровых зерновых почву лушат лемешными лушильниками на глубину 14—16 см с одновременным боронованием, а в сухую погоду — и прикатыванием. На тяжелых почвах и засоренных полях необходима мелкая вспашка на 16—17 см плугами, оборудованными приспособлениями для выравнивания почвы типа ПВР-2,3, ПВР-3,5 или

обработка с помощью пахотных агрегатов ПКА-2А (плуг, рельсовая волокуша, секция кольчато-шпорового катка).

На полях, слабо засоренных многолетними сорняками, эффективна фрезерная обработка почвы на глубину 8—10 см. Для этих целей используют фрезы и фрезерные культиваторы типа КФГ-3,6. Фрезерная обработка позволяет хорошо разрыхлить почву, перемешать ее с удобрениями и за один проход агрегата подготовить для посева без предварительной вспашки. Во влажные годы фрезерная обработка малоэффективна из-за чрезмерного заплывания верхнего слоя почвы.

В связи с ограниченным периодом вегетации, особенно поукосных и пожнивных культур, следует не допускать разрыва между уборкой предшественника, подготовкой почвы и посевом. Для сокращения сроков подготовки почвы и посева эффективно совмещение предпосевной обработки и посева, например, озимых культур с помощью почвообрабатывающих и посевных агрегатов КА-3,6, КА-7,2 (фреза-сеялка), АКПП-3,6 (культиватор-сеялка). Применение комбинированных фрезерных агрегатов КА-3,6 позволяет без предварительной вспашки тщательно разрыхлить почву, внести минеральные удобрения, осуществить посев семян и прикатать почву. При совмещении обработки почвы и посева сокращаются число проходов машин по полю, сроки подготовки почвы и посева, и главное — улучшается качество выполнения работы.

В засушливых условиях отвальные обработки почвы малоэффективны из-за больших потерь влаги на испарение. Здесь предпочтительнее отдавать плоскорезной обработке с оставлением растительных остатков на поверхности поля. После стерневых предшественников эффективно применение комбинированного агрегата типа АКП-2,5. Он совмещает поверхностное рыхление почвы, плоскорезную обработку и прикатывание, что позволяет подготовить почву для посева озимых промежуточных культур.

Одно из главных условий получения высоких урожаев, например, рапса, горчицы, редьки масличной — тщательная предварительная подготовка почвы. Для обеспечения равномерной заделки семян, создания оптимального семенного ложа перед посевом проводят рыхление и выравнивание почвы. Для этого используют паровые культиваторы КПЗ-9,7, выравниватели ВПН-5,6, ВП-8 и кольчато-зубчатые катки КЗК-10.

Обработку почвы и посев кукурузы, однолетних трав после уборки озимых можно совмещать в одном агрегате, используя сеялки прямого посева СПП-4, СЗС-2,1 и другие без предварительной обработки почвы.

В условиях орошаемого земледелия почва сильнее уплотняется, поэтому глубину рыхления увеличивают до 18—20 см, используя как отвальные, так и безотвальные способы обработки в сочетании с поверхностным рыхлением почвы на глубину посева семян и ее прикатыванием перед посевом.

Глава 5

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОД ОЗИМЫЕ КУЛЬТУРЫ

Озимые колосовые культуры (пшеница, рожь, ячмень) высевают в такие сроки, чтобы осенняя вегетация их продолжалась не менее 45—55 дней. До наступления морозов они должны хорошо развить корневую систему, раскуститься и накопить большое количество необходимых для перезимовки пластических веществ. Поэтому основными задачами обработки являются создание мелкокомковатого рыхлого посевного слоя с выровненной поверхностью и уплотненным семенным ложем, накопление достаточного количества влаги и доступных растениям питательных веществ, а также очищение полей от сорняков.

В зависимости от зональных условий озимые размещают по трем группам предшественников: чистым, кулисным парам, занятым парам и непаровым предшественникам. Выбор паров и предшественников определяется природными условиями хозяйства, обеспеченностью удобрениями, средствами защиты растений.

Обработку почвы под озимые культуры осуществляют с учетом предшественника, засоренности поля, степени проявления эрозии, типа почвы, ее свойств, погодных и других условий.

5.1. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В ЧИСТЫХ ПАРАХ

Чистые пары вводят в засушливых условиях, в зонах неустойчивого/увлажнения и оставляют после подсолнечника, ячменя, проса и других культур, которые в большей степени засоряют поля из-за слабой с сорняками конкурентоспособности. Введение их в севооборот позволяет накопить и сохранить к моменту посева достаточное для получения дружных всходов культуры количество влаги, очистить поле от сорняков.

По времени основной обработки почвы чистые пары подразделяют на черные, если обработку их проводят осенью после уборки предшественника, и ранние, обработку которых проводят весной — в год посева озимых культур.

Система обработки чистого (черного) пара включает два периода: летне-осенний, в год уборки предшественника и весенне-летний — в год посева озимых.

Летне-осенняя обработка черного пара. Основную обработку осуществляют сразу после уборки предшественника по типу зяблевой под яровые культуры. На засоренных малолетними сорняками полях проводят лущение жнивья на глубину 5—6 см. Повторно лущат в перекрестном направлении при массовом появлении всходов сорняков, падалицы. При засорении многолетними сорняками глубинную повторную лущения увеличивают до 12—14 см, используя лемешные лушпильники.

В засушливых условиях вместо дисковых лушильников используют культиваторы-плоскорезы КГТШ-5, КПШ-9 или противоэрозионные типа КПЭ-3,8, которые позволяют оставлять растительные остатки на поверхности поля.

При своевременном проведенном лушении жнивья предупреждается иссушение почвы, уменьшаются энергетические затраты на вспашку и улучшается качество крошения почвы.

Зяблевую вспашку проводят плугами с предплужниками в увлажненных районах без боронования, в засушливых — с боронованием и выравниванием почвы. При зяблевой вспашке осуществляют углубление пахотного слоя, особенно почв с низким естественным плодородием и склоновых земель. Углубление проводят с учетом свойств почвы одним из ранее описанных способов. Чтобы не ухудшились свойства почвы и ее плодородие, необходимо вносить органические и минеральные удобрения, а кислые почвы известковать, засоленные — гипсовать.

На склоновых землях вспашку проводят поперек склона с одновременным щелеванием почвы на 30—40 см, что уменьшает сток воды и увеличивает ее запасы в профиле почвы.

Под пары оставляют поля, засоренные многолетними сорняками, всходы которых появляются после вспашки поздней осенью. Для подрезания проростков сорняков необходимо провести поверхностную культивацию без боронования на глубину 6—8 см.

Глубина зяблевой вспашки зависит от типа почвы, ее свойств, засоренности поля и других условий. На дерново-подзолистых почвах пахут с учетом мощности пахотного слоя, чаще всего на 20—22 см; на серых лесных и черноземных почвах, а также на засоренных полях глубину вспашки увеличивают до 25—27 см.

В засушливых условиях глубокая (более 25 см) вспашка придает почве чрезмерную рыхлость, что приводит к большим потерям воды на испарение, усиленной минерализации органического вещества. При этом почва имеет слабую устойчивость к эрозии. Поэтому в регионах, систематически подверженных ветровой эрозии, летне-осенняя обработка чистого пара включает пожнивное рыхление игольчатыми боронами БИГ-3А или БМШ-15, БМШ-20, а при появлении всходов сорняков проводят плоскорезное рыхление культиваторами-плоскорезами КПШ-9, КПШ-11 на глубину 10—12 см.

Такая обработка позволяет оставлять на поверхности поля до 80 % стерни и растительных остатков, которые хорошо защищают почву от ветровой эрозии, а почвенную влагу от испарения. Для надежной защиты почвы от эрозии на поле должно оставаться стерни не менее 0,9 т/га. Основную обработку на глубину 25—27 см проводят поздней осенью плоскорезами-глубокорыхлителями КППГ-250А, ПГ-3-100, ПГ-3,5.

Исследования Ставропольского НИИСХ показывают, что на светло-каштановых и каштановых почвах легкого гранулометрического состава глубину осеннего плоскорезного рыхления можно

уменьшить до 20—22 см или перенести эту обработку на весенний период.

Весенне-летняя обработка черного пара. Своевременный и качественный уход за парами оказывает большое влияние на плодородие почвы и величину урожая. Чистые пары накапливают к весне 80—160 мм воды. Во избежание больших потерь влаги весной при наступлении физической спелости почву боронуют зубowymi боронами в два следа поперек направления вспашки или по диагонали поля, чтобы поверхность поля стала ровнее.

Для очищения полей от семян и вегетативных органов размножения сорняков в весенне-летний период проводят послойную обработку черного пара. В зонах достаточного увлажнения при уходе за черным паром почву несколько раз обрабатывают дисковыми, лемешными лушильниками или паровыми культиваторами, каждый раз увеличивая глубину рыхления на 3—4 см. Глубина первого лушения 6—8 см, его проводят при массовом прорастании семян сорняков. Извлеченные при лушении с глубины семена попадают в благоприятные условия верхнего слоя почвы и при наличии влаги и тепла быстро прорастают. При повторном лушении уничтожают всходы сорняков и вовлекают в верхний слой новые порции семян из более глубоких слоев почвы.

Хорошие результаты в борьбе с сорняками дает сочетание послойного рыхления с поверхностной обработкой. Все виды летних обработок черного пара сочетают с боронованием, а в условиях засушливой погоды — и с прикатыванием почвы. При образовании почвенной корки или появлении всходов сорняков в фазе белой ниточки проводят поверхностное боронование почвы. Такая обработка позволяет очистить почву от семян проросших сорняков на всю глубину обрабатываемого слоя.

За 2—3 нед до посева озимых культур вносят органические удобрения и делают перепашку (двойку) пара плугами без предплужников или лемешными лушильниками на глубину 16—17 см, т. е. на меньшую глубину, чем у зяблевой вспашки. Одновременно проводят боронование или выравнивание почвы.

Перепашка пара, особенно на тяжелых почвах, позволяет перемешать органические, минеральные удобрения и продукты разложения с почвой, больше накопить доступных растениям питательных веществ.

В степных засушливых районах, подверженных ветровой эрозии, для весеннего боронования используют игольчатые бороны БИГ-3А, а в летний период почву обрабатывают мелкорыхлителями, но необорачивающими рабочими органами: плоскорезами, противоэрозионными культиваторами, лушильниками со снятыми отвалами. Первую глубокую культивацию на 10—12 см проводят при массовом появлении всходов сорняков. Если поле засорено многолетними сорняками, глубину обработки увеличивают до 12—14 см.

При последующих всходах сорняков обработку ведут на меньшую глубину: на 8—10 и 6—8 см, используя паровые и штанговые культиваторы.

В весенний период влажность почвы более высокая и преобладает капиллярное движение воды к верхнему слою почвы. Для нарушения капиллярного подтока воды целесообразно применять более глубокое рыхление культиваторами-плоскорезами. Во вторую, более засушливую половину лета преобладает конвекционно-диффузное испарение воды. В этих условиях необходимы поверхностные мульчирующие обработки с помощью штанговых культиваторов, игольчатых борон, а также ротационных борон-мотыг (рис. 31).

Количество поверхностных обработок паров зависит от погодных условий, характера засоренности полей. После выпадения осадков и образования почвенной корки вместо культиваций проводят боронование почвы.

Все приемы по уходу за чистым паром в засушливых условиях сопровождают боронованием или прикатыванием кольчато-шпоровыми катками. Снижение глыбистости и выравнивание поверхности поля уменьшают испарение воды и предупреждают иссушение почвы.

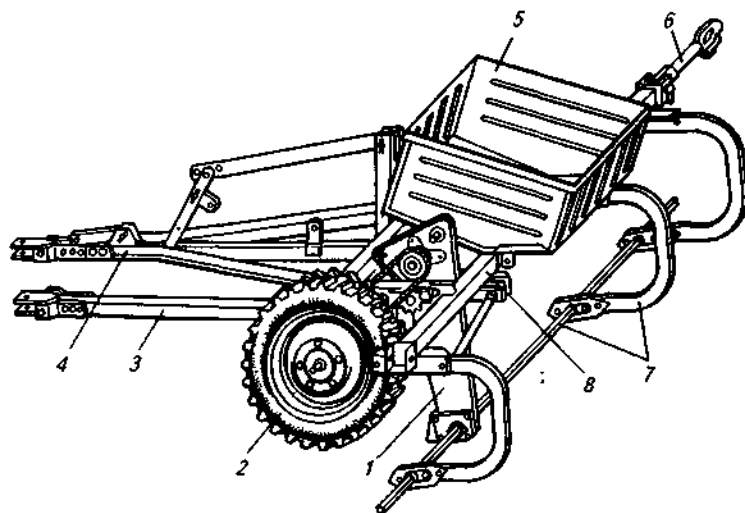


Рис. 31. Штанговый культиватор КШ-3.6А:

1- центральный грядиль; 2- приводное колесо; 3- тяга; 4- прицеп, 5- бункер, 6- стяжка, 7- грядиль со штангой; 8- рама

Количество культивации по уходу за чистыми парами в летний период можно сократить с четырех-пяти до одной-двух путем применения гербицидов для борьбы с сорняками. В засушливых условиях это способствует большему сохранению влаги и появлению дружных всходов озимых культур.

Обработка раннего пара. Ранний пар — это чистый пар, в котором основную обработку почвы проводят весной, в год парования. При наличии сорняков на паровом поле осенью осуществляют мелкую плоскорезную или другую обработку с целью подрезания сорняков. При сильном засорении, особенно многолетними сорняками, применяют гербициды.

Ранний пар имеет преимущества перед черным в засушливых условиях и на легких почвах, подверженных ветровой эрозии. Сравнительное изучение паров на Прикумской опытной станции Ставропольского края показало, что посевы озимых культур по раннему пару дают более высокую (на 0,16—0,3 т/га) урожайность по сравнению с черным.

Не тронутая с осени после уборки предшественника стерня хорошо защищает почву от ветровой эрозии, способствует накоплению и сохранению влаги. Кроме того, при исключении двух-трех осенних механических обработок энергетические затраты на обработку снижаются на 25—27 %.

На стерневых фонах весной осуществляют боронование игольчатыми боронами. Вспашку раннего пара проводят рано весной при физической спелости почвы на глубину 20—22 см с помощью комбинированных пахотных агрегатов с одновременным боронованием и прикатыванием. В этих целях плуги оборудуют приспособлениями типа ПВР-2,3 (узкоклиновые и кольчатые диски) для крошения глыб, выравнивания и уплотнения почвы. Ранний подъем пара в засушливых условиях предупреждает иссушение почвы, а также распространение вредителей озимых культур (пилильщиков, хлебных пядиц).

На дерново-подзолистых почвах весеннюю обработку раннего пара начинают с лущения. Если поле сильно засорено корневищными сорняками, проводят перекрестное дискование. Вспашку плугами с предплужниками осуществляют при появлении побегов сорняков в виде шилец на глубину пахотного слоя. Если вспашку переносят на летний срок, то в течение весенне-летнего периода поле несколько раз лущат или дискуют в агрегате с боронами. Перед вспашкой вносят навоз, а для лучшего его перемешивания поле дискуют. Обработки по уходу за ранним паром осуществляют по той же схеме, что и за черным. По мере появления сорняков поле культивируют с одновременным боронованием и прикатыванием. При образовании на поверхности почвенной корки ее разрушают боронованием.

Обработка кулисного пара. В засушливых районах, подверженных ветровой эрозии, на чистых парах проводят летний посев расте-

ний узкими полосами (кулисами). Такие пары называют кулисными. Кулисы задерживают снег, защищают почву от выдувания и создают благоприятные условия для перезимовки озимых культур. Поэтому кулисные пары служат хорошим предшественником для озимой и яровой пшеницы, повышая их урожайность на 0,3—0,4 т/га.

Поля кулисного пара после уборки предшествующей культуры обрабатывают по типу черного или раннего пара. Почвы, подверженные ветровой эрозии, оставляют осенью без обработки. При засорении поля многолетними сорняками проводят мелкую плоскорезную обработку на 10—12 или 12—14 см или заменяют ее применением гербицидов.

Весной после покровного боронования игольчатыми боронами БИГ-3А при появлении массовых всходов сорняков осуществляют вспашку на 20—22 см с боронованием и прикатыванием. На тяжелых почвах глубину вспашки увеличивают до 25—27 см. На землях, подверженных ветровой эрозии, глубокое рыхление выполняют плоскорезами-глубокорыхлителями.

Обработка почвы по уходу за кулисным паром в летний период аналогична обработке чистого пара.

Кулисные растения (горчица, рапс, кукуруза и др.) высевают за 1—1,5 мес до посева озимых культур, чтобы они не успели образовать семян и не засорили поле. Посев проводят кулисными сеялками СКН-3 и совмещают с очередной культивацией паров. Для посева кулис возможно комплектование агрегата из трех культиваторов. К среднему культиватору присоединяют трехрядную кулисную сеялку, которая высевает три ряда растений с междурядьем 30 см. Ширина кулисы 0,6 м.

Расстояние между кулисами должно быть кратным ширине захвата почвообрабатывающего агрегата. Например, при посеве кулис из горчицы, рапса оно составляет 6—16 м, а кукурузы — 16—24 м.

Уход за кулисным паром в межкулисных полосах ведут, не повреждая кулис. Для рыхления почвы между рядами растений необходимо расставлять рабочие органы среднего культиватора так, чтобы они не повреждали кулисы.

Для надежной защиты почвы от ветровой эрозии и лучшего задержания снега кулисы располагают поперек господствующих в зимнее время ветров.

Зерновые культуры высевают поперек рядков кулис, частично повреждая кулисные растения.

5.2. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В ЗАНЯТЫХ ПАРАХ

Важнейшая роль в увеличении производства зерна и кормов, особенно в увлажненных районах, принадлежит занятым парам. В занятых парах возделывают культуры сплошного посева (викоовсяные и горохоовсяные смеси, однолетние и многолетние травы на

сено, зеленый корм или силос и др.), а также пропашные культуры (кукуруза на силос, зеленый корм, картофель ранний и др.).

Обработка пара, занятого непропашными культурами. Обработку почвы в занятых парах подразделяют на два периода: первый — от уборки предшественника до посева парозанимающей культуры, второй — от уборки парозанимающей культуры до посева озимых.

Обработку почвы под парозанимающую культуру проводят так же, как и под яровые культуры.

Выбор приема обработки почвы после уборки парозанимающей культуры определяется засоренностью поля, увлажнением почвы и продолжительностью периода от уборки предшественника до посева озимых культур.

На тяжелых почвах и засоренных полях при достаточной влажности вспашку выполняют сразу после уборки однолетних трав, так как при иссушении таких почв образуется большая глыбистость, которая препятствует оседанию почвы до посева озимых. При ранней вспашке до посева озимых проводят боронование или одну-две культивации с боронованием для уничтожения всходов сорняков.

Чрезмерная глыбистость почвы способствует сильному ее иссушению. Для крошения глыб и выравнивания предварительно вспаханной почвы используют комбинированные агрегаты типа РВК-3,6, РВК-5,4 которые позволяют за один проход подготовить почву для посева озимых. Это создает хорошие условия для равномерной заделки семян, увеличивает полноту всходов, а вследствие этого и урожайность озимых культур на 0,15—0,2 т/га.

Под парозанимающие культуры, например однолетние травы, целесообразно проводить углубление пахотного слоя, чтобы озимые могли использовать последствие глубокой обработки. Одновременно вносят органические удобрения, известь, особенно на дерново-подзолистых почвах. Вспашку под озимые заменяют мелкой обработкой на глубину 8—10 см с помощью дисковых орудий в один-два следа с боронованием и последующей предпосевной культивацией. В сухую погоду почву прикатывают. На хорошо окультуренных почвах и слабо засоренных многолетними сорняками полях после уборки однолетних культур эффективно дисковое или лемешное лушение почвы с боронованием. Во избежание иссушения почвы перед посевом озимых проводят фрезерную обработку на 8—10 см с помощью культиваторов типа КФГ-3,6 с одновременным выравниванием и уплотнением почвы.

При этом обеспечивают хорошее рыхление почвы и перемешивание ее с минеральными удобрениями, что увеличивает полноту всходов семян озимых. Следует отметить, что при поверхностных обработках почвы под озимые может увеличиться засоренность полей, поэтому требуется обязательное применение гербицидов.

В условиях высокого уровня интенсификации земледелия широкое применение имеет совмещение предпосевной обработки почвы с посевом озимых. Для этих целей используют комбинированные

почвообрабатывающие посевные агрегаты конструкции ВИМ КА-3,6, КА-7,2 (фреза + зерновая сеялка). При совмещении предпосевной обработки и посева без предварительной вспашки сокращается число проходов тракторов и машин по полю и повышается производительность труда в 1,5–2 раза. При этом на дерново-подзолистых и серых лесных почвах такая технология обработки обеспечивает высокую урожайность озимых культур (4,5–5 т/га), а в засушливые годы она повышается на 0,2–0,4 т/га.

На черноземных почвах в засушливые годы после уборки однолетних трав вместо вспашки проводят лемешное лушение на 12–14 см (ППЛ-10-25) или мелкую вспашку с боронованием и прикатыванием, чтобы не иссушать почву. Последующие обработки включают одну-две культивации на 6–8 см с одновременным боронованием и выравниванием почвы. При сильном иссушении почвы, что характерно для степных засушливых районов, вместо вспашки почву обрабатывают тяжелой дисковой бороной на глубину 10–12 см, а затем культивируют на 6–7 см с помощью паровых культиваторов КПЭ-3,8, КРГ-3,6, оборудованных дополнительно игольчатыми боровами, что обеспечивает хорошее крошение почвы. Применение таких агрегатов повышает урожайность озимой пшеницы на 0,17–0,21 т/га.

Поля из-под многолетних трав и засоренные многолетними сорняками участки предварительно дискуют на 8–10 см за 12–15 дней до вспашки. При массовом прорастании сорняков проводят вспашку плугами с предплужниками. Для вспашки используют комбинированные пахотные агрегаты ПКА-2 (плуг, выравниватель почвы, секция кольчато-шпорового катка). Пахотный агрегат обеспечивает заделку растительных остатков и дернины, выравнивание поверхности поля, уплотнение почвы, что позволяет качественно подготовить почву для посева.

Сроки вспашки пласта и приемы его обработки оказывают существенное влияние на полевую всхожесть семян озимых культур и характер их перезимовки. Вспашка сразу после скашивания многолетних трав оказывает более благоприятное влияние на разложение корневых и пожнивных остатков в пахотном слое, на обеспеченность растений доступными элементами питания.

Вспашку нужно проводить не позднее чем за 2–3 нед до посева озимых культур. Ранние сроки обработки создают возможность для борьбы с прорастающими сорняками с помощью последующих поверхностных культиваций. В этих условиях получают более дружные всходы озимых и обеспечивается лучшая их перезимовка. Почву после вспашки до посева озимых поддерживают в рыхлом состоянии с помощью боронования или мелких культиваций с боронованием. Перед посевом озимых культур проводят культивацию с боронованием на глубину посева семян.

При обработке занятых паров необходимо учитывать увлажнение почвы, засоренность поля и другие условия. В годы, когда почва

хорошо увлажнена, крошится при обработке, для успешной борьбы с сорняками эффективнее вспашка. В засушливые годы вспашка иссушает почву и ее заменяют мелкой обработкой, которая не снижает урожайности (табл. 36). Главное внимание в этих условиях следует уделять созданию хорошего рыхлого посевного слоя с уплотненным семенным ложем и выровненной поверхностью почвы. Улучшение влагообеспеченности прорастающих семян способствует появлению дружных, более полных всходов озимых культур.

36. Урожайность озимых культур при разных способах обработки занятого пара, т/га

Культура, район возделывания	Число опытов	Вспашка почвы на 20–22 см	Дисковая или плоскорезная обработка на 10–12 см
Озимая рожь, Нечерноземная зона	34	31,3	32,7
Озимая пшеница, Центрально-Черноземная зона	26	34,0	36,2
Поволжье	47	22,6	23,2
Северный Кавказ	38	42,8	43,3

Обработка почвы после парозанимающих пропашных культур. В качестве предшественников озимых культур используют кукурузу на силос или зеленый корм, ранние сорта картофеля и др.

Под пропашные культуры, как правило, осуществляют глубокую обработку, включающую зяблевую вспашку плугами с предплужниками или глубокое чизелевание, безотвальное рыхление почвы. На почвах с небольшой мощностью гумусового слоя проводят углубление пахотного слоя с помощью чизелевания или вспашки плугами с вырезными корпусами и другими способами.

Глубокие обработки, тщательный уход за пропашными культурами обуславливают и более рыхлое состояние почвы, относительно меньшую засоренность полей. Поздние сроки уборки ограничивают возможность глубокой обработки, поэтому после уборки пропашных проводят мелкие обработки. Так, например, после уборки картофеля на хорошо оструктуренных почвах эффективно мелкое рыхление на глубину 10–12 см с помощью тяжелых культиваторов КПЭ-3,8, чизельных — КПЧ-5,4 или лушильников с последующей предпосевной культивацией на глубину посева семян.

На тяжелых и засоренных почвах целесообразны лемешное лушение на 14–16 см или мелкая вспашка с боронованием и прикатыванием. В этих целях 5- и 6-корпусные плуги оборудуют специальными приспособлениями для дробления глыб, выравнивания и уплотнения почвы типа ПВР-2,3, что позволяет качественно подготовить почву для посева озимых.

Грубые растительные остатки после уборки кукурузы, подсолнечника на силос необходимо измельчить. С этой целью проводят двукратное дискование почвы на 10–12 см тяжелой бороной типа БДТ-7 в перекрестном направлении. Для этих целей эффективно и применение специальных корнестеблей-измельчителей.

Мелкая обработка паров, занятых пропашными культурами, более эффективна по сравнению со вспашкой. Например, вспашка черноземных почв в степной и лесостепной зонах часто приводит к образованию глыбистой поверхности. Глыбистая почва плохо оседает, требуются большие затраты для дополнительных обработок. Такая почва отрицательно влияет на всхожесть семян. Всходы озимых культур получаются неравномерными, сильно изреженными, что ухудшает их перезимовку.

На менее уплотненных черноземных почвах после пропашных культур эффективно двукратное дисковое лушение на 10—12 см с последующей культивацией КПЭ-3,8 или КРГ-3,6 в сочетании с рабочими органами игольчатой бороны БИГ-3. Перед посевом озимых проводят предпосевную культивацию на глубину заделки семян с одновременным прикатыванием.

При замене вспашки мелкой обработкой экономится 12,8 кг/га дизельного топлива и повышается урожайность озимой пшеницы с 3,58 до 4,13 т/га. При этом сокращается время подготовки почвы и имеется возможность для посева озимых в оптимальные сроки.

Обработка сидеральных паров. В сидеральных парах выращивают люпин, донник, сераделлу и другие бобовые культуры, зеленую массу которых запахивают в почву в качестве зеленого удобрения. По эффективности зеленое удобрение равноценно навозу и существенно повышает плодородие почв, особенно легкого гранулометрического состава и склонов. На более легких почвах целесообразнее выращивать на зеленое удобрение люпин, а на более связных карбонатных — донник.

Обработку почвы под посев парозанимающих культур проводят так же, как и под яровые культуры. Для глубокопроникающей в почву стержнекорневой системы сидеральных культур требуется более мощный пахотный слой. Поэтому в системе зяблевой обработки, например, дерново-подзолистых почв проводят вспашку с углублением пахотного слоя. Одновременно вносят низинный торф, фосфоритную муку и калийные удобрения. Чтобы уменьшить интенсивность минерализации органического вещества на легких почвах, вспашку проводят поздней осенью или переносят на весенний период.

Сидеральные культуры в начальные фазы растут медленно и слабо конкурируют в этот период с сорняками. Поэтому засоренные участки до вспашки предварительно лущат или вносят гербициды. Глубокая вспашка высокоэффективна в борьбе с сорняками.

Весенняя предпосевная обработка почвы включает боронование и одну-две культивации на 6—8 см с боронованием. На сильно уплотняющихся почвах глубину первой культивации увеличивают до 10—12 см.

Растительную массу однолетнего безалкалоидного люпина скашивают на корм, а пожнивно-корневые остатки запахивают в почву за 20—25 дней до оптимального срока посева озимых культур.

Зеленую массу сидератов запахивают на глубину пахотного слоя в фазе цветения или образования бобов. Для лучшей заделки зеленой массы в почву ее предварительно прикатывают вдоль направления вспашки или дискуют в двух направлениях. В этих целях плуги оборудуют вместо предплужника дисковыми ножами, а перед каждым корпусом ставят металлический брусок, который прижимает растения к почве. Дисковые ножи разрезают растения и облегчают работу плуга. Для устранения чрезмерной рыхлости почвы поле после вспашки прикатывают, что предупреждает ее иссушение и ускоряет разложение зеленой массы.

Продолжительный период от заделки зеленой массы до посева озимых культур сопровождается появлением на поле всходов сорняков. Это вызывает необходимость проведения дополнительного боронования или мелкой культивации. При отсутствии многолетних сорняков перед посевом озимых эффективно дискование почвы на глубину 6—8 см с одновременным выравниванием почвы, чтобы не извлекать неразложившуюся растительную массу на поверхность.

5.3. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОСЛЕ НЕПАРОВЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ

Высокий уровень интенсификации земледелия и более широкое применение эффективных средств защиты растений создают возможность расширения посевов озимых культур по непаровым предшественникам. В степной зоне озимые можно высевать после ранубираемых озимых и яровых зерновых культур, кукурузы на зерно, подсолнечника. В Нечерноземной зоне предшественниками озимых могут быть многолетние травы второго года пользования, гречиха, лен-долгунец, горох и др.

Поздние сроки уборки, уплотнение и иссушение почвы требуют более качественной ее обработки за короткий промежуток времени. Поэтому обработку почвы после непаровых предшественников необходимо строго дифференцировать с учетом увлажнения почвы, предшественника, засоренности поля и продолжительности послеуборочного периода.

В условиях недостаточного увлажнения почвы после кукурузы на зерно, подсолнечника вместо вспашки поле обрабатывают тяжелыми дисковыми боронами на глубину 10—12 см в продольном и поперечном направлениях. Причем первое дискование необходимо проводить сразу вслед за уборкой предшественника, а второе дискование — одновременно с прикатыванием.

При продолжительном послеуборочном периоде почву дополнительно обрабатывают игольчатой бороной или культивируют в агрегате с игольчатыми боронами, что улучшает качество крошения почвы. Перед посевом озимых проводят предпосевную культивацию на глубину заделки семян.

В районах, подверженных ветровой эрозии, после колосовых

культур обработку почвы проводят с оставлением стерни на поверхности поля. В этих целях используют культиваторы-плоскорезы КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11. Глубина обработки составляет 10—12 см. Лучшее качество обработки почвы обеспечивают комбинированные агрегаты типа АКП-2,5, АКП-5, включающие плоскорез, дисковые орудия, игольчатые бороны и кольчато-шпоровые катки. Применение таких агрегатов способствует защите почвы от эрозии, уменьшает число проходов машин по полю и уплотнение почвы.

В зоне неустойчивого увлажнения после стерневых предшественников более эффективна полупаровая обработка почвы, включающая мелкую вспашку с последующими поверхностными обработками. Для вспашки используют комбинированные пахотные агрегаты, оборудованные приспособлениями для крошения, выравнивания и уплотнения почвы. Вспашка с одновременным уплотнением почвы пахотного слоя позволяет снизить потери влаги на испарение и сократить количество последующих операций по предпосевной подготовке почвы. Для лучшего крошения пересохшей почвы вслед за пахотным агрегатом поле целесообразно обработать игольчатыми боронами БИГ-3, так как при жаркой и ветреной погоде почва быстро высыхает и не поддается крошению.

Если почва в послеуборочный период иссушена, то вспашку заменяют обработкой лемешными лушильниками без отвалов или тяжелой дисковой бороной.

Поверхностная и плоскорезная обработки увеличивают пораженность растений озимой пшеницы корневыми гнилями и вредителями. Пораженность растений усиливается до 40—45 %, особенно при размещении озимых культур по колосовым предшественникам в зонах нормального и неустойчивого увлажнения.

В Нечерноземной зоне после стерневых предшественников целесообразны лемешное лушение на 12—14 см или мелкая вспашка с боронованием. Заделка стерни зерновых культур предохраняет озимые культуры от поражения корневыми гнилями. Последующие обработки включают рыхление и выравнивание почвы с помощью комбинированных агрегатов типа РВК-3,6. Перед посевом озимых необходима культивация с боронованием и прикатыванием почвы, так как при посеве в рыхлую почву обнажается узел кущения и озимые вымерзают.

В льносеющих районах озимую рожь размещают после льна-долгунца, идущего по многолетним травам. При размещении ее по обороту пласта вспашка чаще всего нецелесообразна, и ее заменяют мелкой обработкой с помощью дисковых и лемешных лушильников на глубину 10—12 см или тяжелых культиваторов типа КПЭ-3,8. На тяжелых и засоренных почвах сразу после уборки предшественника проводят вспашку с боронованием. Перед посевом озимых почву культивируют с боронованием на глубину посева озимых.

5.4. МИНИМАЛИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

В условиях экологического почвозащитного земледелия широкое распространение получают более экономичные энергосберегающие технологии минимальной обработки почвы. Под *минимальной* понимают научно обоснованную обработку почвы, обеспечивающую снижение энергетических и трудовых затрат путем уменьшения числа, глубины и обрабатываемой площади поля, а также совмещения и выполнения нескольких технологических операций (рыхление, уплотнение почвы, внесение удобрений, гербицидов, посев и др.) в одном рабочем процессе. Разновидностью минимальной обработки почвы является нулевая (или прямой посев), которая предполагает посев в необработанную почву, а против сорняков применяют гербициды. Мульчирующая, консервирующая и другие обработки объединяют различные по интенсивности и глубине технологии плоскорезной, чизельной обработок почвы с сохранением на поверхности поля более 30 % стерни и растительных остатков. Растительная мульча сокращает потери влаги на испарение, предохраняет почву от перегрева и защищает ее от эрозии. Поэтому минимальную обработку считают и почвозащитной.

Необходимость минимализации обработки почвы обуславливается снижением энергетических и трудовых затрат на ее выполнение. В современных технологиях возделывания культур на обработку приходится до 40 % энергетических и 25 % трудовых затрат.

Интенсификация земледелия предусматривает увеличение мощности тракторов, ширины захвата орудий, но вместе с этим возрастают их масса и давление на почву. Так, трактор К-701, имея массу 12 т, оказывает давление на почву ходовыми системами колес 1,7—1,8 кг/см². Допустимая же нагрузка на физически спелую почву при вспашке составляет 1,0—1,2 кг/см². Чрезмерное уплотнение почвы приводит к ухудшению ее физических свойств, снижающих, например, полевую всхожесть семян озимой пшеницы на 25 %, а вследствие этого и урожайность на 12—30 %.

Применение в севооборотах интенсивной обработки с преобладанием ежегодной вспашки приводит к активизации деятельности микроорганизмов, ускоряющих разложение гумуса. Черноземы при отвальной обработке почвы за 30 лет теряют 0,8—1,2 % гумуса, что приводит к отрицательному балансу органического вещества и значительным потерям питательных веществ и энергии. Из-за ускоренного разложения гумуса усиливаются эрозионные процессы, особенно на склоновых землях. Поэтому минимальную обработку почвы следует рассматривать как важнейшее условие сохранения потенциального и повышения эффективного плодородия, а также защиты почвы от эрозии благодаря улучшению гумусового баланса и уменьшению потерь питательных веществ. Наряду с этим она позволяет существенно сократить энергетические затраты на обработку и сроки выполнения полевых работ.

Важнейшими условиями эффективного применения минимальной обработки являются высокий технологический уровень выращивания культур в хозяйстве, качественное проведение механизированных полевых работ в оптимальные сроки, обеспеченность хозяйства эффективными средствами защиты растений, особенно гербицидами, удобрениями. Минимализация обработки возможна при высокой технической оснащенности хозяйства комбинированными почвообрабатывающими и посевными агрегатами, совмещающими до 4—5 технологических операций (обработка почвы, внесение удобрений, гербицидов, посев и т. д.).

Минимальную обработку в первую очередь необходимо применять на черноземных, каштановых, серых лесных и хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах с благоприятными для растений агрофизическими свойствами и чистых от многолетних сорняков полях. Например, сократить число глубоких обработок можно на черноземных, каштановых, серых лесных и других почвах, равновесная плотность которых совпадает с оптимальной для роста и не превышает 1,2—1,3 г/см³ для зерновых культур с содержанием воздуха не менее 13—15 % объема почвы.

Пригодность почв для минимализации определяют по комплексу показателей плодородия: содержанию гумуса, водопроходной структуре, коэффициенту пористости, степени и виду засоренности поля. Пригодными считают, например, дерново-подзолистые почвы с содержанием гумуса не менее 2 %, водопроходных агрегатов (частиц > 0,25 мм) более 25—30 % и коэффициентом пористости более 0,9. Коэффициент пористости выражает отношение общей пористости к объему твердой фазы почвы, % при равновесной плотности:

$$K = \frac{V_{\text{общ}}}{V_{\text{т4}}}$$

Почвы с коэффициентом пористости < 0,9 имеют неустойчивое сложение и склонны к уплотнению, что может отрицательно сказаться на урожайности.

Основными направлениями минимализации обработки почвы являются:

сокращение числа и глубины основных, предпосевных и междурядных обработок в севооборотах на почвах с высоким уровнем плодородия и благоприятными для растений агрофизическими свойствами при использовании по необходимости гербицидов для борьбы с сорняками;

замена глубоких основных обработок под культуры севооборота поверхностными и мелкими путем использования широкозахват-

ных плоскорезных, чизельных, дисковых и других орудий, особенно под озимые и яровые зерновые культуры;

совмещение нескольких технологических операций и приемов (рыхление, выравнивание, уплотнение почвы, посев и др.) в одном рабочем процессе путем применения комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов;

применение прямого посева зерновых, кукурузы без предварительной, полосной (в зоне рядка) предпосевной обработки при возделывании пропашных культур. Для борьбы с сорняками необходимо предусмотреть применение гербицидов.

Выбор приемов минимализации зависит от уровня плодородия почвы, увлажненности зоны, биологических особенностей культуры и засоренности полей. Например, на увлажненных землях Северо-Западного района Нечерноземной зоны из-за уплотнения почвы зяблевую вспашку под картофель можно заменить мелкой дисковой обработкой на 10—12 см.

При возделывании картофеля, корнеплодов и овощных культур на чистых от многолетних сорняков полях при весеннем внесении органических удобрений зяблевую вспашку исключают или заменяют лущением. Этот прием эффективен на дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава, темно-серых лесных и других хорошо окультуренных почвах.

Весеннее предпосадочное фрезерование с помощью орудий с активными рабочими органами (КФГ-3,6, ПР-2,7) способствует хорошему перемешиванию почвы с удобрениями, высокому качеству обработки и росту урожайности на 10—20 %.

Исследования Рязанской ГСХА, выполненные на серых лесных почвах, показали, что при повторном возделывании кукурузы на постоянных участках вспашку целесообразно проводить лишь в первый год с заделкой органических удобрений, а в последующие три года ее можно заменить дискованием почвы на глубину 10—12 см.

Минимализация обработки особенно эффективна на черноземных почвах Центрально-Черноземной зоны, Поволжья, Северного Кавказа при возделывании озимой пшеницы, размещаемой после зернобобовых, однолетних трав, кукурузы на силос.

Вспашку заменяют мелким (10—12 см) рыхлением с помощью дисковых и лемешных лушильников, культиваторов-плоскорезов КПШ-9, КПШ-11, оборудованных игольчатыми бородами БИГ-ЗА и кольчато-шпоровыми катками.

Минимализации основной обработки почвы достигают совмещением вспашки с дополнительными приемами по выравниванию и уплотнению почвы. В этих целях эффективны комбинированные пахотные агрегаты типа ПКА-2 (плуг, рельсовая волокуша в виде бруса из уголкового проката, секция кольчато-шпорового катка,

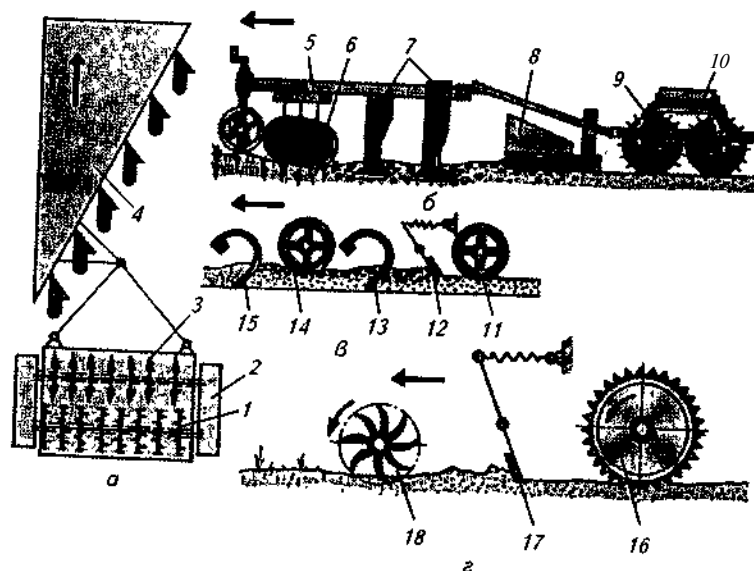


Рис. 32. Комбинированные агрегаты и машины:

a — ПКА-2; *б* — АКП-2,5; *з* — РВК-3,6; *з* — ВИП-5,6; 1, 3 — диски; 2, 10 — балластные ящики; 4 — плуг; 5 — рама; 6 — дисковая батарея; 7 — плоскорежущие лапы; 8 — выравниватель; 9, 11, 14, 16 — катки; 12, 17 — выравнивающие брусья; 13, 15 — рыхлительные лапы, 18 — игольчатый диск

рис. 32). Такой агрегат хорошо заделывает растительные остатки, дернину, выравнивает и уплотняет почву, что позволяет качественно подготовить ее к посеву. Для лучшего крошения и выравнивания почвы при вспашке 5- и 6-корпусные плуги оборудуют приспособлениями ПВР-2,3 (узкоклиновые и кольчатые диски), а полунавесные 7- и 9-корпусные плуги — ПВР-3,5.

Перспективным направлением минимализации предпосевной обработки является совмещение нескольких технологических операций по обработке почвы с внесением удобрений и посевом сельскохозяйственных культур и выполнение их за один проход агрегата. Комбинированные почвообрабатывающие и посевные агрегаты типа КА-3,6 (фреза + зерновая сеялка), МКПП-3,6 (культиватор + зерновая сеялка), ПКР-3,6, СЗС-2,1М, КФГ-3,6 и другие совмещают предпосевную обработку, внесение удобрений, посев зерновых культур и прикатывание почвы (рис. 33). При применении агрегатов, например, с фрезерными рабочими органами можно отказаться от вспашки; улучшается качество предпосевной обработки, повышается производительность труда в 1,6—2,2 раза; при этом затраты труда снижаются на 30—40 %. Урожайность зерновых культур увеличивается на 0,35—0,39 т/га (табл. 37).

37. Урожайность сельскохозяйственных культур при различном выполнении технологических операций (по данным Пупонина, 1984)

Способ выполнения технологических операций	Урожайность, т/га			В среднем за 5 лет
	озимая пшеница	ячмень	викоовсяная смесь (зеленая масса)	
Раздельный (культивация с боронованием, прикатывание, посев)	4,31	3,52	22,5	3,31
Совмещенный (обработка почвы и посев одновременно с помощью КА-3,6)	4,7	3,87	23,1	3,43
НСР ₀₅	0,38	0,25	3,06	

Качественную предпосевную обработку предварительно вспаханной почвы под посев зерновых, сахарной и кормовой свеклы, кукурузы обеспечивает применение комбинированных агрегатов типа РВК-3,6, РВК-5,4, ВИП-5,6 и др. За один проход эти агрегаты крошат глыбы, выравнивают поверхность поля и уплотняют почву. Это создает хорошие условия для равномерной заделки семян, увеличивает полноту всходов и повышает урожайность зерновых культур на 0,15—0,25 т/га.

Кроме того, уменьшается число проходов агрегатов по полю, сокращаются сроки выполнения работ и улучшается качество подготовки почвы.

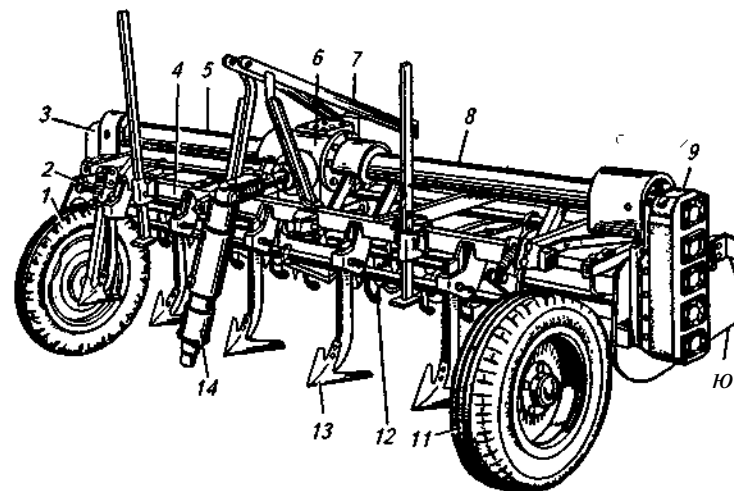


Рис. 33. Культиватор-глубокорыхлитель КФГ-3,6:

1, // — опорные колеса; 2 — винтовой механизм регулировки колес; 3 и 9 — бортовые редукторы; 4 — рама; 5, 8 — боковые валы, закрытые кожухами; 6 — центральный редуктор; 7 — навесное устройство; 10 — кожух фрез барабана; 12 — фрез барабан; 13 — рыхлящая лапа; 14 — карданный вал

Для предпосевной обработки черноземных почв, подверженных ветровой эрозии, вместо вспашки используют комбинированные агрегаты АКП-2,5, АКП-5. Они включают дисковые и плоскорезные рабочие органы, игольчатые бороны и кольчато-шпоровый каток. Их применяют для подготовки почв под озимые культуры, размещаемые по непаровым стерневым предшественникам.

Высокоэффективно совмещение операций при коренном улучшении лугов и пастбищ с использованием агрегатов АПЛ-1,5 и АПЛ-2. За один проход эти агрегаты вносят удобрения, рыхлят почву, измельчают дернину, высевают семена трав и прикапывают почву в рядках. Совмещение операций ускоряет окультуривание лугов и пастбищ, повышает их продуктивность при одновременном снижении затрат труда и энергии.

Исследования показывают, что ежегодные поверхностная и плоскорезная обработки на 25—30 % увеличивают засоренность полей, особенно многолетними сорняками, а также поражаемость культур болезнями и вредителями. Это вызывает необходимость чередования в севообороте отвальных и безотвальных обработок и применения эффективных средств защиты растений. Продолжительная поверхностная и мелкая обработки приводят к резкой дифференциации почвы пахотного слоя с накоплением гумуса и элементов питания в верхнем (0—10 см) слое почвы.

Снижение биологической активности в нижних слоях и мобилизация азота микроорганизмами верхнего (0—10 см) слоя ухудшают азотное питание растений. Поэтому при минимальных обработках дозы азотных удобрений увеличивают на 10—15 %.

Следует отметить, что при постоянных поверхностных обработках нижние слои почвы уплотняются, снижается их водо- и воздухопроницаемость, что вызывает необходимость глубокого рыхления почвы с помощью безотвальных, чизельных орудий.

Глава 6

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

6.1. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СЕВООБОРОТАХ

Разнообразие ландшафтных условий, различные требования культур к свойствам почвы, подверженность почв эрозии, засоренность полей и другие факторы вызывают необходимость дифференциации систем основной обработки в севооборотах с учетом комплекса факторов.

Изучение реакции культур на глубину основной обработки почвы в севооборотах и мощность пахотного слоя показало, что система обработки должна быть разноглубинной. Это обусловлено чередованием растений с разными мощностью и глубиной проникнове-

ния корневой системы, использованием влаги, питательных веществ и влиянием их на воспроизводство плодородия.

В основе построения системы обработки почвы в севооборотах ландшафтного земледелия лежат следующие принципы.

Принцип разноглубинности обработки почвы в севообороте. Он предусматривает обоснованное чередование глубокой, мелкой и поверхностной обработок в соответствии с условиями агроландшафта, биологическими требованиями культур, их отзывчивостью на глубину обработки и мощность создаваемого пахотного слоя. Так, культуры с мочковатой корневой системой (озимая пшеница, озимая рожь, яровая пшеница, ячмень, овес, лен и др.), с преимущественным расположением ее в верхних слоях недостаточно используют глубокие слои почвы и слабо реагируют на глубину обработки почвы. Поэтому при размещении этих культур в зернотравяных, плодосменных и других севооборотах, особенно на слабо засоренных многолетними сорняками землях, глубину обработки уменьшают до 10—12 см.

Растения со стержневой, глубокопроникающей корневой системой (горох, клевер, люцерна, рапс, кормовые корнеплоды и другие пропашные) хорошо отзываются на глубокую обработку. Они лучше используют подпахотные слои почвы, разрыхляемые при глубокой обработке. Следовательно, система обработки почвы в севообороте должна строиться на основе периодического чередования разноглубинных отвальных, чизельных и других обработок. При разноглубинной обработке хорошо разрыхляется плужная «подошва», и, что самое главное, семена и вегетативные органы размножения сорняков при их запашке теряют жизнеспособность. /

Принцип минимализации обработки почвы. Он применим в первую очередь на хорошо окультуренных, с высоким плодородием почвах с оптимальными для растений агрофизическими свойствами (плотностью сложения, аэрацией, хорошим структурным состоянием). К таким почвам следует отнести черноземные, каштановые, темно-серые и хорошо окультуренные дерново-подзолистые почвы.

На хорошо оструктуренных почвах с высоким уровнем плодородия количество и глубину рыхлений можно сократить до минимума, а для борьбы с сорняками использовать гербициды. Мелкие и поверхностные обработки эффективны под озимые, яровые зерновые культуры и промежуточные посевы.

Лучшее качество предпосевной обработки предварительно вспаханной почвы обеспечивают агрегаты РВК-3,6, РВК-5,4, ВИП-5,6, ВПН-5,6, ВП-8 и др., а при отсутствии вспашки — фрезы и фрезерные культиваторы типа КФГ-3,6, КА-3,6 и др.

При использовании комбинированных машин и орудий с различными рабочими органами (дисковыми, чизельными, роторными, плоскорезными и др.) в сочетании с мульчированием почвы соломой и растительными остатками расширяются возможности

минимализации, особенно на эрозионно опасных агроландшафтах, а коэффициент интенсивности обработки снижается до 0,46—0,56.

Исследования, выполненные в нашей стране и в зарубежных странах, свидетельствуют о высокой эффективности минимализации обработки почвы. Она позволяет уменьшить число проходов агрегатов по полю, сократить сроки выполнения работ, повысить производительность труда в 1,5—2 раза, а энергозатраты снизить на 30 %. Например, уменьшение глубины основной обработки озимых культуры с 20 до 10—12 см снижает расход дизельного топлива на 7—10 л/га.

Принцип почвозащитной целесообразности и экологической адаптивности приемов и технологий обработки почвы. Он направлен на предупреждение эрозии и защиту почвы, уменьшение до нормативных пределов отрицательного влияния эрозии на почву и окружающую среду. В его основе лежат экологическая оценка и выбор способов обработки почвы с высокой противоэрозионной эффективностью, особенно для эрозионных агроландшафтов. Например, на склоновых землях Нечерноземной зоны с уклоном поля 3—5° наиболее эффективна почвозащитная система основной обработки в севообороте, включающая отвальную обработку с шелением, с почвоуглублением, безотвальную разноглубинную или чизельную.

В степных агроландшафтах система обработки должна строиться на основе безотвальной, плоскорезной, мульчирующей с применением рыхлящих, но необорачивающих рабочих органов типа параплау, плоскорезов, стоек СибИМЭ с сохранением 70—80 % пожнивных остатков на поверхности почвы. При мульчирующей обработке устраняется перегрев почвы в летний период; она способствует накоплению и сохранению в почве влаги, предотвращает эрозионные процессы.

Интенсивное рыхление почвы, особенно при ежегодной вспашке, нарушает динамическое равновесие в экологической системе почва — растение — атмосфера. При усилении аэрации почвы ускоряется разложение гумуса, разрушается структура почвы и увеличиваются непроизводительные потери из нее питательных веществ. Например, непроизводительные потери углерода гумуса при формировании урожая составляют 40—50 %. При применении безотвальной обработки процент минерализации гумуса снижается на 25—30 %, что улучшает гумусонакопление и повышает противоэрозионную устойчивость почвы. Поэтому система обработки почвы в севооборотах должна строиться на принципе обоснованного чередования отвальных и безотвальных способов обработки, включая элементы минимализации.

Проектирование технологий обработки почвы в севооборотах должно основываться на дифференциации приемов и способов обработки в зависимости от характеристики агроландшафта (типа и формы склона, уклона поля, свойств почвы и уровня плодородия),

биологических особенностей культур и фитосанитарного состояния почвы. На сложных склонах при контурной организации территории основную, предпосевную обработку и посев проводят по горизонталям рельефа, чтобы образуемые гребни и рядки растений располагались поперек склона и препятствовали стоку воды и смылу почвы. Наряду с этим при построении системы обработки почвы в севооборотах учитывают предшественники, глубину предыдущих обработок и необходимость углубления пахотного слоя, а также сгоение поверхности поля (каменистость), увлажнение почвы, численность и видовой состав сорняков.

6.2. СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СЕВООБОРОТАХ

Система обработки почвы под культуры в севообороте способствует регулированию почвенных режимов; фитосанитарное состояние почвы определяет земледельческую культуру поля, а следовательно, уровень плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

Современным системам земледелия соответствуют дифференцированные технологии обработки в зависимости от биологических особенностей культур, ландшафтных условий (типа почвы, ее свойств, увлажнения, уровня плодородия), а также от засоренности полей, степени проявления эрозии почвы и других условий. Они предусматривают сочетание в севообороте периодически глубокой и мелкой, отвальной или безотвальной и других способов обработки.

Нечерноземная зона. В зернотравяных, плодосменных и зернопаровых севооборотах широкое распространение имеют отвальная разноглубинная, отвальная с почвоуглублением, комбинированная обработки, включающие сочетание отвальной с безотвальной, чизельной и другими способами основной обработки.

К отвальной разноглубинной системе обработки относятся посевное лушение стерни в 1—2 следа на глубину 6—8 см (или оеч него), вспашка на глубину пахотного слоя под пропашные или в паре, дисковое или лемешное лушение до 12—16 см под новые культуры в остальных полях севооборота.

При размещении озимых культур после многолетних трав проводят двукратное дискование пласта на 6—8 см для лишения жизнедеятельности дернины и последующую вспашку на глубину пахотного слоя с одновременным выравниванием поверхности почвы. Для этого используют пахотные агрегаты ПКА-2 или плуги с винтовыми отвалами.

Система отвальной разноглубинной обработки эффективна на средне- и хорошо окультуренных дерново-подзолистых и серых лесных почвах, на землях с менее выраженным рельефом.

Периодичность вспашки в севооборотах центральных районов Нечерноземной зоны составляет 2—3 года, а на хорошо окультурен-

ных, слабо засоренных многолетними сорняками почвах — до 3—4 лет.

Лучшее место проведения вспашки в севообороте — под пропашные, парозанимающие культуры, под которые вносят органические удобрения. Эти культуры положительно реагируют на приемы глубокой обработки. Кроме того, вспашку целесообразно проводить под яровые зерновые (покровные) культуры, предназначенные для подсева многолетних трав, что обусловлено уплотнением почвы и повышенной засоренностью полей при двухлетнем использовании трав.

Глубокие осенние обработки в увлажненных районах вызывают переувлажнение почвы, что приводит к запаздыванию с посевом ранних яровых культур и зачастую к снижению урожайности. Поэтому на почвах избыточного увлажнения зяблевую вспашку заменяют дисковым лушением на 10—12 см или лемешным на 12—15 см. Такая система эффективна и под пропашные культуры позднего срока посева, под которые весной можно вносить органические удобрения.

На почвах тяжелого гранулометрического состава, слабо окультуренных землях и засоренных полях целесообразна ежегодная отвальная обработка на 20—22 см с предварительным дискованием в 1—2 следа. Мелкая (10—12 см), или поверхностная (8 см), обработка вместо вспашки эффективна лишь на хорошо окультуренных почвах, не засоренных многолетними сорняками, под озимые культуры, размещаемые после зернобобовых, раннего картофеля, кукурузы на силос и однолетних трав, а также под овес после пропашных культур.

При поверхностной, или мелкой, зяблевой обработке с помощью широкозахватных орудий уменьшается число проходов техники по полю, уплотнение почвы; можно на 3—5 дней раньше проводить полевые работы под культуры раннего срока посева и провести посев в кратчайшие сроки.

Комбинированная система обработки почвы в севообороте имеет много вариантов и основывается на принципах разноглубинности, минимализации и сочетании отвальных и безотвальных способов обработки. Она включает сочетание в севообороте периодической вспашки на глубину пахотного слоя (20—22 см) или безотвального глубокого рыхления на 27—30 см под пропашные культуры с поверхностной, или мелкой, обработкой на 8—10 см под культуры сплошного посева: озимые, овес, другие яровые зерновые культуры. Глубокие обработки также целесообразно проводить под зернобобовые и парозанимающие культуры.

При высоком уровне интенсификации (применение удобрений, гербицидов) уменьшение интенсивности обработки почвы в севообороте позволяет на 30—50 % снизить энергетические затраты без снижения продуктивности севооборота (табл. 38). При этом улучшается гумусовый баланс, сохраняется потенциальное плодородие, а также уменьшается количество обработок почвы в севообороте.

38. Продуктивность плодосменного севооборота* в зависимости от системы обработки дерново-подзолистой почвы (по данным МСХА, 1975—1984 гг.)

Система обработки почвы	Коэффициент энерго-эффективности	Расход энергии, МДж/га	Урожайность	
			ц/гект. ед. на 1 га	%
Отвальная	1	9060	43,9	100
Нулевая	0,38	3460	40,5	92,3
Поверхностная	0,56	5040	45,2	103,0
Чизельная	0,88	7990	45,6	103,9
Роторная	1,30	11750	46,2	105,2
Плоскорезная	0,85	7740	43,4	98,9
Сочетание отвальной и нулевой	0,97	8830	45,7	104,1
НСР ₀₅			2,5	

* Севооборот: однолетние травы — озимая пшеница — картофель — ячмень.

Широкое распространение в севооборотах Нечерноземной зоны получила система, включающая сочетание вспашки с безотвальной, чизельной обработкой. Она предусматривает периодическое глубокое (на 30—40 см) рыхление почвы под картофель или другую пропашную культуру, вспашку под озимые, размещаемые после многолетних трав, и мелкую обработку под культуры сплошного посева (табл. 39). Такая система обработки эффективна на слабо окультуренных тяжелых дерново-подзолистых, серых лесных почвах, на склоновых землях, подверженных водной эрозии, и других землях с уплотненным подпахотным горизонтом.

39. Система обработки дерново-подзолистой почвы в Центральном районе Нечерноземной зоны (по рекомендации кафедры земледелия МСХА, 1993)

Культура севооборота	Система обработки почвы	Орудия обработки	Срок выполнения работ
Озимая пшеница	Дискование на 6—8 см в двух направлениях Вспашка на 20—22 см с боронованием Боронование	БДТ-3; БДТ-7 ПЛН-3-35; ПЛН-4-35; ПЛН-6-35 + ПВР-2.3 БЗТС-1	Вслед за уборкой трав За 2—3 нед. до посева По мере появления сорняков
	Культивация на 6—8 см с выравниванием и уплотнением	КПС-4 + БЗСС-1; РВК-3,6; РВК-5,4	Перед посевом или в день посева
Однолетние травы	Дискование на 6—8 см	БДТ-3; БДТ-7	После уборки предшественника
	Чизелевание почвы на 27—30 см Предпосевная фрезерная обработка и посев на 5—6 см	ПЧ-2,5 + ПСТ-2,5; ПЧ-4,5 + ПСТ-4,5 КФГ-3,6; СЗ-3,6; КА-3,6; КА-7,2	В системе зяблевой обработки Перед посевом
Озимая рожь	Дискование на 8—10 см с боронованием	БДТ-3; БДТ-7; БЗТС-1	После уборки трав
	Совмещенная предпосевная обработка на 8—10 см и посев	КФГ-3,6; КА-3,6	Перед посевом

Культура севооборота	Система обработки почвы	Орудия обработки	Продолжение
			Срок выполнения работ
Ячмень с подсевом многолет- них трав	Лущение стерни на 5—6 см	ЛДГ-5А	Вслед за уборкой зерновых
	1—2-кратное дискование на 6—8 см	ЛДГ-10А, БДН-3	
	Вспашка на 20—22 см плугами с предплужниками без боронования	ПЛН-4-3,5 + ПЛН-6-35	При массовом прорастании сорняков
	Ранневесеннее боронование в два следа	БЗТС-1, БЗСС-1	Весной при физической спелости почвы
Многолет- ние травы 1-го года пользова- ния	Предпосевная культивация на 6—8 см с выравниванием и прикатыванием почвы	КШУ-6 + БЗСС-1, РВК-3,6	Перед посевом
	Боронование в один след	БЗСС-1	Весной при физической спелости почвы
Многолет- ние травы 2-го года пользова- ния	Боронование в один след	БЗСС-1	Тоже

Глубокое чизелевание разрыхляет уплотненные подпахотные слои почвы, улучшая ее агрофизические свойства, способствует переводу поверхностного стока во внутрипочвенный, увеличению влагозапасов. Улучшение водопроницаемости подпахотных слоев способствует увеличению запасов продуктивной влаги на 40—87 м³/га, что положительно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур. Так, по данным НИИ сельского хозяйства Центрального района Нечерноземной зоны, продуктивность зернотравяного севооборота при чизелевании дерново-подзолистой средне-суглинистой почвы увеличилась на 1,15 ц корм.ед/га.

При глубоком рыхлении корнеобитаемый слой освобождается от избытка влаги, что ускоряет наступление физической спелости почвы и предотвращает вымокание озимых культур при минимализации обработки почвы. Для глубокой обработки используют чизельные орудия ПЧ-2,5, ПЧ-4,5 с приставками для выравнивания почвы, плуги-рыхлители ПРК-4-40, ПРУ-7-40.

Лучшие результаты в борьбе с сорняками в севообороте обеспечивают отвальная разноглубинная и комбинированная системы, в которых вспашку чередуют с чизельной или мелкой обработкой. При разноглубинной обработке семена и вегетативные органы размножения сорняков с помощью вспашки заделывают на большую глубину, и, находясь в почве в течение продолжительного времени (2—4 года), они теряют жизнеспособность. Так, поданным Рязанс-

кой ГСХА, при плужно-поверхностной системе обработки серой лесной почвы засоренность зернового и зернопропашного севооборотов снизилась в 1,5 раза.

В технологиях возделывания культур Нечерноземной зоны находят применение и более экономичные, экологически обоснованные приемы минимализации обработки почвы, такие, как совмещение предпосевной обработки, внесение минеральных удобрений, посев зерновых культур и прикатывание почвы с помощью комбинированных агрегатов КА-3,6 (фреза-сеялка), МКПП-3,6 (культиватор-сеялка). Применение почвообрабатывающих посевных агрегатов на некаменистых почвах позволяет отказаться от вспашки под озимые культуры, размещаемые по занятым парам (кроме многолетних трав), и под яровые зерновые, идущие после пропашных.

На хорошо окультуренных почвах с оптимальной плотностью сложения возможен прямой посев сеялками СЗПП-4, СЗПП-8 без предварительной обработки.

Постоянная безотвальная обработка почвы и приемы минимализации в севообороте сокращают темпы минерализации гумуса на 25—30 % и существенно предотвращают эрозионные процессы. Однако при этом способе обработки затруднены заделка органических и минеральных удобрений, сидератов, пласта многолетних трав, качественная предпосевная обработка. Ухудшение фитосанитарного состояния часто приводит к снижению урожайности. Все это позволяет сделать вывод о целесообразности чередования в севообороте приемов отвальной и безотвальной обработок почвы в сочетании с приемами минимализации.

Центрально-Черноземная зона. Данные длительных полевых опытов зоны свидетельствуют о преимуществе системы отвальной разноглубинной и комбинированной сокращенной (отвально-плоскорезной, отвально-дисковой и др.) обработок почвы на всех типах черноземов (типичных, обыкновенных и выщелоченных).

В зернопропашных, зернопаропропашных и других севооборотах глубокая обработка целесообразна под пропашные культуры (сахарную свеклу, кукурузу, подсолнечник), а также под зернобобовые культуры, в чистых парах. Оптимальная глубина основной обработки почвы в севообороте для сахарной свеклы 28—32 см, для кукурузы, подсолнечника 23—25 см. На оподзоленных черноземах, темно-серых и серых лесных почвах глубина обработки определяется мощностью гумусового или пахотного слоя.

При всех системах зяблевой обработки со вспашкой вслед за уборкой зерновых колосовых проводят лущение жнивья дисковыми орудиями на 6—8 см. На полях, засоренных многолетними сорняками, эффективна система улучшенной зяби или послойной обработки почвы. В первом случае до вспашки зяби проводят два лущения жнивья на глубину 6—8 и 8—10 см с дополнительной культивацией по мере появления сорняков.

Послойную зяблевую обработку под пропашные культуры дополняют плоскорезным рыхлением или лемешным лушением на 12—14 см с целью более глубокого подрезания многолетних сорняков и вовлечения в верхний слой семян сорняков из нижних слоев почвы. Для вспашки под сахарную свеклу и другие корнеплоды используют ярусные плуги типа ПНЯ-4-40, ПНЯ-6-40, которые обеспечивают лучшее крошение почвы до глубины 30—32 см.

Высокоэффективна и вспашка на глубину 20—22 см с последующим глубоким чизелеванием почвы на 35—40 см с помощью ПЧ-4,5, ПЧ-2,5. Глубокое рыхление разрушает плужную подошву, улучшает водопроницаемость почвы и накопление в ней воды.

Под яровые колосовые культуры, размещаемые после пропашных, глубину зяблевой обработки уменьшают до 16—17 см, за исключением засоренных полей и склоновых земель. Для этих целей используют лемешные лушители, культиваторы-плоскорезы, чизельные орудия типа КПЧ-5,1.

Значительная часть озимых культур в Центрально-Черноземной зоне размещается по чистым парам. Приемы обработки пара различаются в зависимости от предшественника и засоренности полей. Участки, засоренные многолетними сорняками, сначала лушат лемешными лушителями на 16—17 см, затем обрабатывают дисковыми лушителями для разрезания вегетативных органов сорняков. При появлении проростков сорняков проводят вспашку. В годы с продолжительной теплой осенью всходы сорняков на рано вспаханных полях уничтожают с помощью культивации.

В весенне-летний период обработка черного пара направлена на максимальное сохранение влаги и очищение полей от сорняков. Обработка почвы по уходу за парами включает лемешное лушение на 12—14 см с боронованием и последующие культивации с боронованием по мере появления всходов сорняков и уплотнения почвы. При внесении органических удобрений глубину лемешного лушения увеличивают до 16—17 см. В засушливые годы культивацию заменяют боронованием, чтобы сохранить почвенную влагу от испарения, или используют культиваторы с ножевидными рабочими органами.

Для ухода за паром целесообразно использовать культиваторы-плоскорезы КПШ-9, КПШ-11, КПЭ-3,8 и др. Они хорошо подрезают сорняки, рыхлят почву, не подвергая ее иссушению.

Под озимые культуры, размещаемые после зернобобовых, однолетних трав, кукурузы на силос или зеленый корм, целесообразна мелкая обработка на глубину 10—12 см с помощью дисковых (ЛДГ-10, БДТ-7, БДТ-10), плоскорезящих (КПГ-2,2, КПШ-5, КПЭ-3,8) или чизельных (КПЧ-5,1) орудий. При сильной засоренности полей глубину обработки увеличивают или применяют гербициды. После дисковой обработки поле боронуют или культивируют для выравнивания почвы.

Мелкая обработка почвы, особенно в условиях засушливой вто-

рой половины лета, обеспечивает хорошее крошение почвы верхнего слоя, создает мульчирующий слой, предохраняющий влагу от испарения.

Своевременность обработки почвы под озимые культуры имеет решающее значение для получения дружных всходов и хорошего роста растений в осенний период. Поэтому обработку почвы проводят одновременно с уборкой урожая предшественника, не допуская иссушения почвы.

Замена вспашки мелкой обработкой не снижает урожайности озимых культур, а в засушливые годы она увеличивается на 0,14—0,2 т/га.

Однако при резком колебании температуры в зимний период посеы озимых культур при мелкой обработке сильнее страдают от вымокания и ледяной корки. Для предупреждения ледяной корки необходимо более тщательно разрыхлять и выравнивать поверхность почвы перед посевом или поздней осенью проводить шелевание.

На склоновых землях Центрально-Черноземной зоны целесообразна система противэрозионной обработки, которая включает безотвальную со шелеванием, отвальную гребневую, отвальную ступенчатую и другие обработки, направленные на предупреждение смыва почвы, уменьшения стока воды и выноса с ней питательных веществ.

Рекомендуемая система обработки черноземной почвы в зерно-пропашном севообороте может уточняться в зависимости от почвенных условий, годового количества осадков, количественного и видового составов сорняков и других условий.

Поволжье. Преобладающими севооборотами в лесостепной зоне являются зернопропашные, зернопаропропашные, в степной — зернопаровые. В зависимости от севооборота дифференцируются и системы основной обработки почвы с учетом биологических особенностей культур, засушливости климата, засоренности полей, проявления эрозии и других факторов.

Для севооборотов лесостепной зоны Поволжья с тяжелосуглинистыми черноземными почвами рекомендуют разноглубинную отвальную обработку, особенно на полях, защищенных от ветров лесополосами или лесом.

В севооборотах с открытыми полями эффективно сочетание безотвального рыхления и вспашки.

Глубокую вспашку на всех типах черноземов и хорошо окультуренных серых лесных почвах целесообразно проводить в чистом пару, под пропашные, зернобобовые и парозанимающие культуры, а также на засоренных многолетними сорняками полях и под предшественники многолетних трав.

На легких по гранулометрическому составу почвах следует применять безотвальную обработку с помощью плоскорезов-глубокорыхлителей, плугов типа параплау, чизельных или орудий со стойками СибИМЭ.

В севооборотах периодичность глубокой (на 25—27 см, а под сахарную свеклу и до 30 см) вспашки составляет на типичных карбонатных и обыкновенных черноземах 3—5 лет, а на хорошо окультуренных серых лесных почвах, выщелоченных черноземах, каштановых почвах — 2—3 года. Периодическое оборачивание почвы пахотного слоя позволяет существенно снизить засоренность полей, поражаемость озимых корневыми гнилями, мучнистой росой, а также численность озимой совки, злаковых тлей и мух.

В зернопаровых севооборотах степной засушливой зоны, а также на легких почвах, подверженных ветровой эрозии, целесообразна система почвозащитной плоскорезной обработки с оставлением на поверхности почвы до 70—80 % стерни или дополнительным мульчированием поверхности измельченной соломой. По сравнению со вспашкой такая обработка способствует большему накоплению влаги и обеспечивает устойчивую защиту почвы от эрозии.

Преобладание в Поволжье черноземных, каштановых и других почв с благоприятными для растений агрофизическими свойствами позволяет осуществлять и минимализацию обработки почвы. Например, вместо вспашки под озимые, размещаемые по занятым кукурузой на силос парам, травосмесью однолетних трав, а также после непаровых предшественников, под которые осуществляли глубокую обработку, проводят мелкую обработку на глубину 10—12 или 12—14 см. Под яровые зерновые культуры, размещаемые после озимых, идущих по чистому пару, а также после пропашных (кукурузы, сахарной свеклы, картофеля) рекомендуют мелкую обработку на глубину 12—16 см. Для обработки почвы используют как плоскорезные (КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11, КПЭ-3,8), так и дисковые (БДТ-7, БДТ-10) орудия, а для посева — стерневые сеялки СЗС-2,1-

По данным научных учреждений Поволжья, при мелкой обработке повышается урожайность озимых культур на 0,2—0,4 т/га, особенно в острозасушливые годы.

При размещении озимых культур по занятым парам целесообразно применение комбинированных почвообрабатывающих агрегатов типа АКП-2,5, АКП-5, позволяющих за один проход подготовить почву под посев озимых. Это сокращает сроки посева и предупреждает иссушение почвы.

В годы с теплой осенью значительное преимущество в очищении полей от многолетних сорняков, накоплении влаги имеет полупаровая обработка. При засушливой осени эффективнее ранняя зяблевая вспашка, осуществляемая сразу после уборки предшественника на полях со слабой засоренностью многолетними сорняками. В годы с достаточным количеством осадков зяблевую обработку проводят с предварительным л\л\нением жнивья, что повышает ее эффективность в борьбе с многолетними сорняками. По мере появления всходов сорняков их уничтожают с помощью дополнительных культивации на глубину 6—8 см.

Зяблевая обработка под яровые культуры зависит отразновидно-

сти почв и засоренности полей. На легких почвах, засоренных многолетними сорняками, она включает пожнивное рыхление почвы культиваторами-плоскорезами на глубину 10—12 см после уборки озимых. Глубину последующей обработки увеличивают до 20—22 см. После яровых зерновых культур, под которые не проводили глубокую обработку, глубину основной зяблевой обработки увеличивают до 20—22 см, под пропашные — до 25—27 см, а под сахарную свеклу — до 32 см.

Северный Кавказ. Черноземные и каштановые почвы этого региона обладают хорошими агрофизическими свойствами, что позволяет дифференцировать основную обработку как по глубине, так и по способам глубоких механических рыхлений в севооборотах.

По результатам исследований Ставропольского, Донского, Краснодарского НИИСХ для каждой сельскохозяйственной зоны Северного Кавказа разработали рациональное сочетание отвальных и безотвальных способов основной обработки почвы с учетом влагообеспеченности, проявления эрозии и состава культур в севооборотах.

На светло-каштановых и каштановых легких почвах, подверженных ветровой эрозии, озимые культуры размещают по ранним и черным парам. Основную обработку черных паров проводят осенью, ранних — весной с помощью плоскорезов-глубокорыхлителей на 20—22 см. Уход за парами включает закрытие влаги игольчатыми боронами и послойную обработку в летний период с помощью культиваторов-плоскорезов КПШ-5, КПШ-9, КПЭ-3,8. Первую обработку проводят на 10—12 см, глубину последующих уменьшают до 6—8 см, чтобы не иссушать почву. При применении гербицидов для борьбы с сорняками можно уменьшить число механических обработок по уходу за парами с 4—5 до 1—2.

Сроки обработки почвы по уходу за парами зависят от времени появления всходов сорняков или образования почвенной корки. Хорошее рыхление верхнего слоя почвы обеспечивает применение игольчатых борон БИГ-3А в режиме активного рыхления или ротационных мотыг БМШ-15, БМШ-20.

Для борьбы с прорастающими корневищными сорняками используют штанговые культиваторы, которые хорошо извлекают корневища на поверхность почвы и в условиях жаркого климата иссушают их.

На тяжелых и солонцеватых каштановых почвах озимые размещают по чистым парам, отвальную обработку которых осуществляют по типу черного пара на глубину 20—22 или 23—25 см. По данным Прикумской опытно-селекционной станции, увеличение глубины вспашки более 25 см не дает положительного эффекта накопления влаги и повышения урожайности озимых культур.

В увлажненных районах и районах неустойчивого увлажнения после занятых паров и непаровых предшественников-под озимую пшеницу рекомендуют проводить полупаровую обработку почвы. Она позволяет эффективно бороться с сорняками, поражаемостью

растений корневыми гнилями и более качественно подготовить почву под посев озимых культур.

Под озимые, размещаемые в занятых парах после зернобобовых и пропашных культур, целесообразно вместо вспашки применять мелкую обработку почвы на глубину 10—12 см. Для этого используют дисковые лушпильники, тяжелые дисковые бороны (БДТ-3, БДТ-7) или культиваторы-плоскорезы. Более качественному рыхлению почвы и выравниванию ее поверхности способствует совмещение дисковой и плоскорезной обработок с рыхлением почвы игольчатыми боровами БИГ-3А, БМШ-15, БМШ-20. При минимализации обработки урожайность озимых повышается на 0,32 т/га, энергетические затраты снижаются на 30 %.

При основной обработке почвы под озимые культуры, размещаемые по стерневым предшественникам, вместо вспашки почву обрабатывают с помощью комбинированных агрегатов типа АКП-2,5, АКП-5. Эти агрегаты снабжены дисковыми, плоскорезными рабочими органами, выравнивателем почвы и кольчато-шпоровыми катками. Применение таких агрегатов позволяет создать на поверхности почвы мульчирующий слой из стерни и растительных остатков. Это уменьшает испарение влаги из почвы и улучшает влагообеспеченность всходов озимых, особенно в засушливые годы.

На эрозионно опасных землях и под яровые зерновые культуры эффективна замена вспашки плоскорезной обработкой на глубину 20—22 см, особенно после пропашных культур. На засоренных почвах целесообразно применять гербициды. Такая обработка обеспечивает защиту почвы от эрозии и значительно снижает энергетические затраты на обработку почвы.

На обыкновенных и выщелоченных черноземах Краснодарского края наиболее эффективна система разноглубинной обработки в зернопропашных севооборотах. Глубокую отвальную обработку проводят под кукурузу, сахарную свеклу и подсолнечник, мелкую — под озимые культуры, размещаемые после кукурузы и подсолнечника. При чередовании в севообороте отвальной и мелкой обработок урожайность озимой пшеницы повышается на 0,12 т/га, расход топлива снижается на 8,2 кг/га по сравнению с ежегодной вспашкой.

При систематическом проведении мелких или плоскорезных обработок в севообороте ухудшаются агрофизические свойства, увеличивается в 1,5 раза твердость почвы, снижается ее водопроницаемость. Засоренность почвы при этом возрастает на 30 %. Полная замена вспашки плоскорезной обработкой в севообороте приводит к накоплению в почве возбудителей корневых гнилей и увеличению поражаемости растений колосовых культур. Все это вызывает необходимость чередования в севообороте отвальных и безотвальных приемов обработки на различную глубину с учетом засоренности полей, биологических особенностей культуры, влагообеспеченности зоны и проявления эрозии.

Лесостепная и степная зоны Западной Сибири и Южного Урала. В

зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах наиболее эффективна почвозащитная разноглубинная система обработки, основанная на плоскорезной обработке с оставлением до 80 % стерни на поверхности почвы (табл. 40). Она позволяет защитить почву от ветровой эрозии, более успешно бороться с засухой и улучшить влагообеспеченность растений. Поданным Сибирского НИИ сельского хозяйства, запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы при плоскорезной обработке раннего пара увеличивались со 137 до 150 мм, что оказало благоприятное влияние на рост и развитие яровой пшеницы, повысило урожайность ее на 0,15—0,25 т/га.

Почвозащитную плоскорезную обработку почвы в севооборотах лесостепной зоны дополняют вспашкой под кукурузу на силос на 25—27 см, зернобобовые или бобово-злаковые травосмеси — на 20—22 см. С помощью вспашки осуществляют заделку и перемешивание с почвой органических удобрений, соломы, сидератов, что способствует улучшению агрофизических показателей плодородия и его воспроизводству.

Почвозащитная плоскорезная обработка — эффективное средство борьбы с многолетними сорняками.

Значительную роль в повышении плодородия черноземных почв лесостепной и степной зон отводят кулисным парам, мульчированию почвы измельченной соломой, снегозадержанию и другим влагонакопительным мероприятиям. Обработка кулисного пара в районах, подверженных эрозии, аналогична обработке раннего пара. Стерня на не обработанных с осени полях снижает скорость ветра в приземном слое, способствует накоплению снега, неглубокому промерзанию почвы и хорошей ее водопроницаемости.

Заовсюженные поля кулисного пара осенью обрабатывают игольчатыми боровами БИГ-3А, чтобы заделать семена овсяга в верхний слой почвы, из которого ранней весной они быстрее прорастут. В весенне-летний период для очищения полей от сорняков проводят послойную обработку с помощью культиваторов-плоскорезов КПШ-9, КПШ-11 (табл. 40). Первую обработку осуществляют на глубину 10—12 см; глубину последующих рыхлений увеличивают на 2—3 см, чтобы придать большую устойчивость работе культиваторов.

40. Технологическая схема обработки черноземной почвы в лесостепной зоне (по рекомендации Омской СХА, 1993)

Культура севооборота	Система обработки почвы	Орудия обработки	Сроки проведения работ
Пар кулисный	Пожнивное рыхление на 4—5 см	БИГ-3А; БМШ-15	Осенью после уборки предшественника
	Послойная плоскорезная обработка: на 10—12 см » 12—14 » » 14—16 »	КПШ-9, КПШ-11	По мере появления всходов сорняков

Культура севообо- рота	Система обработки почвы	Орудия обработки	Продолжение
			Сроки проведения работ
Яровая пшени- ца	Посев двухстрочных кулис через 8—12 см	СКН-3	10—20 июля
	Культивация в межкулисных пространствах на 12—14 см	КПШ-5; КПШ-9	По мере появления всходов сорняков
	Поверхностное рыхление на 4—5 см	БИГ-3А	При физической спелости почвы
	Предпосевная обработка почвы и посев на 6—8 см	СЗС-2, Ш	15—20 мая
Яровая пшени- ца	Плоскорезное рыхление на 12—14 см	КПШ-5; КПШ-9, КПШ-11	После уборки предшественника
	Ранневесеннее рыхление на 4—5 см	БИГ-3А	При физической спелости почвы
	Предпосевная культивация на 6—8 см	КПШ-9; КПШ-11	То же
	Посев	СЗС-2, Ш	Перед посевом
Кукуруза на силос	Вспашка зяблевая на 20—22 см с боронованием	ПЛН-4-35; ПЛП-6-35	После уборки предшественника
	Ранневесеннее боронование в два следа	БЗТС-1; БЗСС-1	При физической спелости почвы
	Культивация с боронованием на 10—12 см	КПС-4А; КПЭ-3,8	При появлении всходов сорняков
	Предпосевная культивация с боронованием на 6—8 см	КТС-10-2; КШУ-6, КШУ-12	Перед посевом
Яровая пшеница	Плоскорезное рыхление на 12—14 см	КПШ-5, КПШ-9	После уборки предшественника
	Ранневесеннее боронование на 5—6 см	БИГ-3А	При физической спелости почвы
	Предпосевное рыхление почвы и посев на 6—8 см	СЗС-2, 1М	Перед посевом
	Плоскорезное рыхление на 14—16 см	КПШ-9; КПШ-11	После уборки предшественника
Овес или ячмень	Ранневесеннее боронование на 5—6 см	БИГ-3А	При физической спелости почвы
	Совмещение предпосевной обработки и посева на 6—8 см	СЗС-2, 1М	Перед посевом

После посева кулис межкулисные пространства обрабатывают плоскорезами на 10—12 см. При уходе за кулисным паром в летний период используют штанговые и противоэрозионные культиваторы, дополнительно оборудованные игольчатыми боронами или штанговой приставкой ПШК-3,8. Вращающаяся квадратная штанга на глубине 5—6 см разрывает корневища сорняков, выносит их на поверхность, одновременно выравнивая почву. При жаркой сухой погоде корневища сорняков подсыхают и погибают, что способствует лучшему очищению полей от таких злостных сорняков, как острец, свинорой, пырей ползучий и др.

При большом количестве механических рыхлений при уходе за чистыми парами в летний период увеличивается испарение влаги и иссушается почва. Использование эффективных гербицидов для

борьбы с сорняками в парах позволяет отказаться от механических обработок или сократить их количество с 4—5 до 1—2, вследствие чего повышается противоэрозионная устойчивость почвы.

При полосном размещении культур в севообороте полосы из-под житняка и других трав обрабатывают безотвальными орудиями ОПТ-3-5 на глубину 12—14 см, а поздней осенью рыхлят на глубину 20—22 см. На тяжелых почвах пласт многолетних трав разделяют тяжелой дисковой бороной, а затем пашут.

Глава 7

ПОСЕВ И ПОСЛЕПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

7.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОСЕВА (ПОСАДКИ) ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Посев — одна из важнейших технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур, от которой зависит продуктивность растений, а следовательно, и их урожайность.

Посев (посадка) — это размещение семян, зерновок (клубней, рассады) по площади поля на установленную глубину с учетом обеспечения растениям оптимальной площади питания. Он должен обеспечить не только равномерное размещение семян по площади поля, но и распределение их в почве с учетом глубины посева, чтобы создать благоприятные условия для появления дружных всходов, оптимальной площади питания, хорошей освещенности растений и механизированного ухода за культурами.

Основными требованиями, предъявляемыми к посеву, являются посев районированными сортами, семенами высоких репродукций с лучшими сортовыми и посевными качествами, соблюдение оптимальных норм высева, глубины и сроков посева, а также выбор способа посева с учетом вида культуры, увлажненности зоны и других условий.

Наибольшую урожайность культур можно получить при создании оптимальной площади питания. *Площадь питания* — это площадь, занимаемая одним растением и обеспечивающая наилучшие условия его роста и развития. Она зависит от вида и густоты стояния растений, т.е. их количества, приходящегося на 1 м² (или на 1 га), от степени кушения и ветвления, увлажненности зоны, продолжительности вегетационного периода.

Например, для позднеспелых сортов требуется большая площадь питания по сравнению с раннеспелыми сортами. Чем теплее и засушливее климат, тем больше площадь питания, а следовательно, и норма высева. Так, для Нечерноземной зоны оптимальная площадь питания для одного растения озимой пшеницы составляет 20 см², а для Поволжья (Левобережье) — 25 см². На почвах с высоким уровнем плодородия можно уменьшить площадь питания по

сравнению с менее плодородными почвами. На орошаемых землях возможно увеличение густоты стояния растений.

Наиболее высокая продуктивность растений достигается при оптимальной площади питания, по форме близкой к квадрату.

Площадь питания для каждой культуры, сорта определяют экспериментальным путем применительно к условиям возделывания.

Глубина посева — расстояние от поверхности почвы до нижней части высеянных семян. Оптимальной считается глубина посева, при которой обеспечивается наибольшая полнота всходов, причем дружных и неослабленных.

Глубина посева зависит от биологических особенностей растений, гранулометрического состава и влажности почвы, а также от размера семян. Чем крупнее семена, тем глубже их необходимо заделывать в почву. Бобовые растения, которые выносят семядоли на поверхность, например люпин, требуют неглубокой заделки (4—5 см). Мелко (2—3 см) заделывают семена клевера, льна, злаковых трав. Глубина посева составляет: у озимых зерновых колосовых 5—7 см, яровых зерновых 4—5 см, кукурузы 6—8 см, сахарной, кормовой свеклы 3—4 см. При посеве в сухую почву глубину посева увеличивают для того, чтобы улучшить влагообеспеченность прорастающих семян. Глубокая заделка семян на тяжелых заплывающих почвах приводит к изреживанию и замедленному появлению ослабленных всходов. Поэтому на тяжелых суглинистых и глинистых почвах семена сеют мельче по сравнению с легкосуглинистыми и супесчаными почвами.

Норма высева — это количество всхожих семян, высеваемых на 1 га, или их масса с учетом посевной годности, обеспечивающая нормальные по густоте всходы и хороший полноценный урожай. Она выражается числом всхожих семян (млн, тыс. шт.) и массой семян (кг, ц) на 1 га.

Норма высева различных культур изменяется соответственно требованиям растений к площади питания и зависит от крупности семян (массы 1000 семян), цели возделывания (на зерно, силос и т. д.), окультуренности почвы, условий увлажнения, способов посева и других условий. У мелкосеменных культур, как правило, норма высева больше по сравнению с крупносеменными. Например, у гороха она составляет 1,2 млн шт/га (при массе 1000 зерен 250 г), а у озимой пшеницы — 5 млн шт/га (при массе 1000 зерен 44 г).

Следует отметить, что при широкорядном посеве норма высева ниже, чем при обычном рядовом; в засушливых условиях ее уменьшают, а в зонах достаточного увлажнения или при орошении увеличивают.

Для разных природных зон экспериментально установлены примерные нормы высева семян с учетом биологии высеваемого сорта, метеорологических и других условий. Изменяя норму высева, можно регулировать густоту стояния растений, а следовательно, и усло-

вия жизни растений: влагообеспеченность, освещенность, обеспеченность элементами питания и др.

Норма высева зависит от посевных качеств семян: всхожести, чистоты и массы 1000 зерен. При расчете весовых норм высева сначала рассчитывают посевную годность семян, т. е. содержание (в %) чистых и одновременно всхожих семян.

Норма высева:

$$P_2 = \frac{B \cdot D}{100},$$

где P_2 — посевная годность семян, %; D — чистота семян, %; B — всхожесть семян,

Например, при чистоте семян озимой пшеницы 98 % и всхожести 95 % посевная годность составит:

$$P_2 = 98 \cdot 95 : 100 = 93,1 \%$$

Весовая норма высева с учетом посевной годности:

$$H = \frac{M}{P_2} \cdot 100,$$

где H — весовая норма высева, кг/га; M — масса 1000 семян, г; P_2 — посевная годность, %.

Пример. В Центрально-Черноземной зоне рекомендуемая норма высева семян озимой пшеницы 5 млн/га; при массе 1000 семян 44 г и посевной годности 93,1 % весовая норма высева составит:

$$H = \frac{5 \cdot 44}{93,1} \cdot 100 = 236 \text{ кг/га.}$$

Количество семян сахарной свеклы, высеваемых на 1 м ряда при пунктирном посеве:

$$n = \frac{m \cdot 100}{B \cdot K},$$

где m — число всходов на 1 м ряда; B — полевая всхожесть семян, %; K — коэффициент ростковости семян.

Если принять, что на 1 м ряда 10 растений, полевая всхожесть составляет 51 %, а коэффициент ростковости равен 1,1, то

$$n = \frac{10 \cdot 100}{51 \cdot 1,1} = 18 \text{ шт/м.}$$

Норма высева зависит не только от качества посевного материала, но и от засоренности полей, а также от предшественника. Изреженность посевов из-за неблагоприятных условий зачастую увели-

чивает засоренность полей. Поэтому на засоренных полях, а также при размещении, например, озимых культур по непаровым предшественникам норму высева семян увеличивают на 10—12 %. Повышают ее и при высеве устойчивых к полеганию и менее кустящихся сортов, например озимой пшеницы Безостая 1.

7.2. СПОСОБЫ ПОСЕВА

Способы посева выбирают с учетом требований сельскохозяйственных культур к площади питания, освещенности, потребности во влаге, необходимости механизированного ухода за растениями.

Наиболее распространенными способами посева являются рядовые, в меньшей степени — разбросные и полосные. При рядовых посевах семена распределяют рядами с различной шириной междурядий и заделывают в почву при помощи сошников сеялки. При разбросном посеве семена размещаются по поверхности почвы без рядков с последующей заделкой их в почву боронами или другими орудиями. Для полосного способа характерно размещение семян узкими полосами с хаотичным распределением их в полосе.

Обычный рядовой посев включает размещение семян рядками с междурядьями шириной от 10 до 25 см. Этим способом высевают культуры, требующие небольшой площади питания: зерновые колосовые, горох, гречиху, однолетние и многолетние травы (рис. 34).

У зерновых культур расстояние между рядками составляет 15 см. В районах, подверженных ветровой эрозии, семена высевают с междурядьями 22,8 см.

Для посева зерновых используют обычные рядовые сеялки СЗ-3,6, СЗТ-3,6, СЗС-2, 1 и др.

Недостатком обычного рядового способа посева является загущенность растений в рядках при высоких нормах высева семян (более 6 млн/га).

Узкорядный посев — это рядовой посев с размещением семян с междурядьями не более 10 см. Уменьшение междурядий зерновых культур до 7,5 см способствует более равномерному размещению семян по площади поля. Площадь питания для каждого растения по форме вместо вытянутого прямоугольника приближается к квадрату по сравнению с обычным рядовым посевом. При этом достигается лучшая освещенность в рядках, усиливается процесс фотосинтеза и повышается устойчивость растений к полеганию. Этот способ применяют для посева зерновых культур, льна и трав.

Перекрестный посев — это рядовой посев с размещением семян по полю в двух пересекающихся направлениях. Норма высева семян за один проход агрегата составляет половину заданной. Равномерное распределение семян при перекрестном способе создает лучшие условия для использования растениями света, влаги, питательных веществ. Этому способствует лучшая выровненность поверхности поля при двух проходах агрегата, что приводит к более равно-

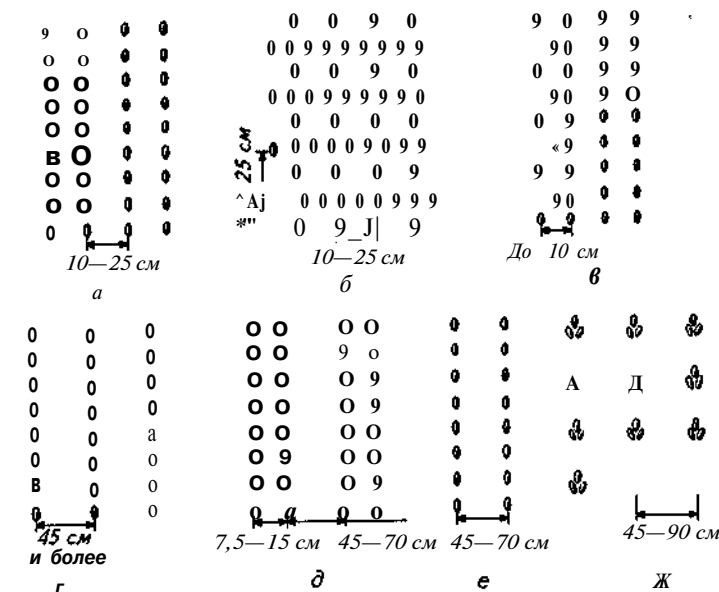


Рис. 34. Способы посева:

а — обычный рядовой; б — перекрестный; в — узкорядный; г — широкорядный; д — ленточный; е — пунктирный; ж — гнездовой

мерному созреванию хлебов и качественной их уборке. Следует отметить, что при перекрестном посеве сорняки сильнее угнетаются и их вредоносность снижается.

Перекрестный способ применяют для посева зерновых культур, трав и мелкосеменных технических культур. К недостаткам этого способа следует отнести то, что удвоение числа проходов агрегата по полю ведет к уплотнению почвы, увеличению затрат труда и времени на посев. Однако повышение урожайности при своевременном и качественном посеве перекрывает дополнительные затраты.

Широкорядный посев — это рядовой посев с размещением семян рядками с шириной междурядий более 25 см. Его применяют при выращивании пропашных культур: сахарной свеклы, картофеля, подсолнечника и овощных растений. Широкие междурядья, чаще всего 45, 60, 70 см, позволяют обрабатывать почву во время вегетации растений, вносить удобрения и средства защиты растений. Однако при этом способе семена в рядках распределяются неравномерно, что может отрицательно сказаться на росте растений.

Ленточный посев — рядовой посев, в котором два или несколько рядков (с расстоянием между ними от 7,5 до 15 см), образующих ленты, чередуются с более широкими междурядьями (45–70 см) для прохода тракторного агрегата. Этим способом высевают мор-

ковь, лук и другие овощные культуры, а также лекарственные и иные растения с небольшой площадью питания. В связи с медленным ростом в начальные фазы они в большей степени угнетаются сорняками и требуют междурядной обработки без повреждения растений. При ленточном способе посева эти культуры полнее используют площадь питания и дают урожайность выше по сравнению с широкорядным способом. В зависимости от количества рядков в ленте ленточный посев бывает двух-, трехстрочным и более. Для посева ленточным способом используют овощные и зернотравяные сеялки при соответствующей расстановке сошников.

Пунктирный посев — это рядовой посев с одиночным равномерным распределением семян в рядках, т. е. семена размещают в рядке по одному на заданном расстоянии одно от другого. Ширина междурядий составляет 45, 60, 70 см.

Точности высева семян достигают калибровкой семян и применением специальных сеялок точного высева. Пунктирный способ посева применяют при возделывании сахарной свеклы, кукурузы и овощных культур. Преимущество этого способа заключается в более равномерном, точном распределении семян в рядке и по площади, что исключает прореживание растений в рядках и повышает урожайность культур.

Бороздковый посев — посев семян на дно специально образуемой бороздки. Он применяется в районах проявления ветровой эрозии для посева зерновых культур, кукурузы. В образуемых бороздках лучше сохраняется влага, задерживается снег и сохраняются всходы озимых культур от вымерзания. Этот способ посева ускоряет появление всходов, защищает их от выдувания. Более глубокая заделка семян яровых культур в увлажненный слой бороздки способствует лучшему их прорастанию и влагообеспеченности. Однако небольшая гребнистость почвы при этом посеве увеличивает потери влаги на испарение.

Гребневой посев — это размещение семян на специально образуемых гребнях. Он применяется на избыточно увлажненных тяжелых почвах при выращивании картофеля, овощей. При гребневом посеве растения лучше обеспечиваются воздухом, питательными веществами благодаря лучшему прогреванию почвы и отводу избыточной влаги по бороздам.

Полосный посев — это разбросной посев с расположением семян полосами шириной не менее 10 см. Семена в полосе размещаются хаотично, что позволяет культурам с малой площадью питания более рационально использовать посевную площадь. Применяется для посева овощных культур, лука и др.

Совмещенными называют посевы, при которых одновременно высевают две или несколько культур, например смеси вики с овсом, клевера с тимофеевкой, кукурузы с кормовыми бобами, сорго или подсолнечником. При совмещенном посеве семена двух культур высевают в разные рядки и заделывают на разную глубину (посев

трав и зерновых культур) или проводят посев в междурядья одной культуры семян другой.

Такой способ применяют для посева промежуточных культур. Совмещенный посев увеличивает продуктивность поля, сокращает сроки посева.

Прямой посев зерновых культур проводят без предварительной обработки почвы с помощью специальных сеялок прямого высева типа СЗПП-4. Его применяют на слабозасоренных почвах с высоким уровнем плодородия или сопровождают использованием гербицидов.

Особое внимание при таком посеве уделяют расположению рядков культуры с севера на юг, что дает более высокие урожаи, чем при размещении их с запада на восток. За счет лучшей освещенности при одних и тех же затратах можно увеличить выход продукции с 1 га на 10-28%.

7.3. СРОКИ ПОСЕВА

Своевременность посева — обязательное условие получения высоких урожаев культур. Сроки посева зависят от биологических особенностей культур и условий почвенной среды. Оптимальный срок посева определяют по наличию в почве всех необходимых условий для прорастания семян — тепла, влаги, воздуха и др. — в соответствии с биологическими требованиями культур. Посев всегда должны проводить в физически спелую, хорошо прогретую почву, чистую от всходов сорняков.

Показателем срока посева каждой культуры, высеваемой весной, являются температура почвы, при которой прорастают семена, и способность всходов противостоять возможным весенним заморозкам.

Все культуры по срокам посева принято делить на культуры раннего, среднего и позднего сроков посева. У ранних яровых культур семена прорастают при температуре посевного слоя почвы 1...2 °С, а всходы переносят заморозки до -4...-6 °С. Оптимальной для прорастания семян и появления полноценных всходов считается температура 6...10 °С. Такие культуры, как ячмень, овес, яровая пшеница, многолетние травы, сераделла, морковь и другие, высевают в первые дни весенних полевых работ, и их относят к культурам раннего срока посева.

К культурам среднего срока посева относят лен, люпин, вику, свеклу, подсолнечник, нут, кормовые бобы и др. Семена этих культур прорастают при температуре почвы 3...6 °С, а всходы выдерживают заморозки — 3...-4 °С.

У культур позднего срока посева семена прорастают при 8...12 °С (кукуруза, просо, соя, фасоль, гречиха, клевер, рис и др.) и их высевают в хорошо прогретую почву, когда нет опасности заморозков.

Примерно в такой последовательности устанавливают очередность посева культур с учетом корректировки в зависимости от погодных условий зоны или хозяйства.

Ранние сроки посева яровых колосовых культур обеспечивают более полное использование весенней влаги, питательных веществ и режима светового дня. Эти культуры в меньшей степени поражаются фузариозом и ржавчиной, слабее повреждаются шведской и гессенской мухами, посевы лучше справляются с сорняками.

В степных засушливых районах Сибири, Поволжья растения, например, яровой пшеницы при ранних сроках посева успевают до наступления летней засухи хорошо развить корневую систему, которая обеспечивает их влагой из нижних глубоких слоев почвы. Однако следует отметить, что на севере Нечерноземной зоны, северной лесостепи Сибири, Урала при слишком ранних сроках посева увеличивается опасность повреждения всходов растений весенними заморозками, а в некоторых регионах повышается и засоренность посевов.

Исследования, выполненные на Шадринской опытной станции Курганской области (Колмаков П. П., 1981), показали, что сроки посева оказывают значительное влияние на засоренность полей овсюгом и урожайность яровой пшеницы. Посевы раннего срока медленно развиваются и сильнее засоряются овсюгом. Причина в том, что массовые всходы овсюга появляются в более поздние сроки (с 10 по 15 мая), когда почва хорошо прогреется. Перенесение сроков посева яровой пшеницы на более позднее время (15—25 мая) позволяет использовать дополнительный период времени для борьбы с овсюгом с помощью предпосевных обработок. Засоренность посевов при этом снизилась в несколько раз, а урожайность яровой пшеницы повысилась на 0,49 т/га.

Срок посева озимых культур устанавливают с таким расчетом, чтобы до наступления заморозков всходы их могли хорошо укорениться и развить надземную массу. Как правило, их высевают за 45—55 дней от появления всходов до прекращения вегетации. Плохо укоренившиеся и ослабленные растения позднего срока посева мало накапливают пластических веществ, очень страдают от неблагоприятных условий перезимовки и слабо противостоят сильным морозам. Посев в оптимальные сроки способствует накоплению в растениях необходимого количества углеводов, что повышает их устойчивость к перезимовке и снижает поражаемость растений болезнями и вредителями.

По данным научно-исследовательских учреждений, наиболее благоприятными сроками посева для озимой пшеницы считают: для Нечерноземной зоны 10—25 августа, Центрально-Черноземной зоны, Среднего Поволжья 20 августа — 1 сентября, Нижнего Поволжья 1 — 20 сентября, Северного Кавказа 15 октября — 5 ноября.

Озимую рожь можно высевать на 5—7 дней позднее, так как при слишком раннем посеве она сильно перерастает и выпревает. Пре-

дельным сроком посева озимой ржи считается время установления среднесуточной температуры воздуха 10 °С.

Срок посева озимых культур в каждом хозяйстве должен уточняться в зависимости от погодных условий, влажности почвы, сортовых особенностей культур и других условий.

7.4. ПОСЛЕПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

Обработка почвы по уходу за культурой включает один или несколько приемов механического воздействия на почву в период от посева (посадки) до уборки культуры с целью создания благоприятных условий для прорастания семян и появления дружных всходов. С помощью послепосевной обработки улучшают контакт семян с почвой, разрушают образовавшуюся почвенную корку, а вследствие этого улучшают и аэрацию почвы. Она позволяет поддерживать посевной слой почвы в рыхлом состоянии с целью уменьшения испарения влаги и улучшения влагообеспеченности возделываемых культур.

Основная задача послепосевной обработки состоит не только в поддержании поверхности почвы в рыхлом мелкокомковатом состоянии, но и чистой от сорняков.

Обработка почвы после посева, до появления всходов культуры, включает прикатывание и боронование, а после их появления — послевсходовое боронование, рыхление почвы в междурядьях пропашных культур, окучивание и прореживание растений в рядах свеклы, моркови и других культур.

Прикатывание проводят одновременно с посевом или после посева, до всходов культуры, в сухую погоду, особенно на почвах с рыхлым посевным слоем. С помощью прикатывания уплотняют почву посевного слоя и улучшают контакт семян с твердой фазой почвы. Чрезмерная рыхлость посевного слоя затрудняет поглощение семенами воды. При наступлении сухой погоды разрыхленный посевной слой быстро пересыхает, что снижает полевую всхожесть семян и замедляет появление всходов культур. Недостаток воды в период формирования узла кущения отрицательно сказывается на образовании вторичной корневой системы у злаковых растений, а следовательно, и на снабжении их водой, элементами минерального питания.

Послепосевное прикатывание уменьшает воздухосодержание в почве; в результате улучшается и ее прогревание. Всходы на прикатанной почве появляются на несколько дней раньше по сравнению с неприкатанной.

Прикатывание почвы после посева особенно эффективно на посевах зернобобовых культур (гороха, вики, люпина, сои и др.), а также зерновых и трав при посеве их в сухую почву. Послепосевное прикатывание пропашных (кукурузы, подсолнечника и др.) повышает полевую всхожесть семян и ускоряет появление всходов.

Однако этот прием имеет и отрицательные особенности: сплошное прикатывание почвы стимулирует прорастание семян сорняков, увеличивает засоренность посева; уплотнение почвы снижает ее водопроницаемость и впитывание влаги летних осадков, а при высыхании на поверхности образуется почвенная корка. Поэтому, если почва достаточно влажная и хорошо проведена предпосевная обработка, прикатывание проводить не следует. При посеве мелко-семенных культур (льна, проса, рапса, трав) прикатывание почвы целесообразно совмещать с посевом, чтобы не повредить всходы и уменьшить число проходов машин по полю.

Для устранения сплошного прикатывания применяют зерновые стерневые сеялки типа СЗС-2,1, СЗП-3,6А, оборудованные специальными каточками, которые уплотняют почву только в рядах посева и хорошо закрывают рядки. В результате создается плотное семенное ложе и повышается полевая всхожесть семян.

Послепосевное прикатывание лучше проводить гладкими катками (ЗКВГ-1,4, СКГ-2) с дополнительным рыхлением поверхности почвы легкими посевными боронами или шлейфами. Это создает на поверхности почвы рыхлый слой и предупреждает образование почвенной корки. У бобовых культур, которые выносят семядоли на поверхность, почвенная корка затрудняет появление всходов. Поэтому прикатывание проводят в период предпосевной обработки или совмещают с посевом.

В степной засушливой зоне эффективно послепосевное прикатывание почвы, а в регионах достаточного увлажнения — допосевное.

Довсходовое боронование проводят с целью разрушения почвенной корки, которая ухудшает газообмен между почвой и атмосферой и затрудняет появление всходов культурных растений.

Наличие на поверхности сплошной твердой корки усиливает испарение воды из почвы, снижает водо- и воздухопроницаемость, ухудшая условия прорастания семян и дальнейший рост растений. Корка образуется после обильных осадков на слабо оструктуренных тяжелых и солонцеватых почвах при их высушивании.

Почвенную корку разрыхляют легкими зубowymi, сетчатыми и прополочными боронками до появления всходов культуры. На посевах зерновых колосовых культур боронование проводят до появления шилец культуры, на свекловичных полях — при длине проростка свеклы 1 см. Необходимо обратить внимание на то, чтобы зубья бороны не доходили до прорастающих семян и не повреждали проростки. Для этих целей используют легкие ротационные мотыги.

При послепосевном бороновании уничтожается до 70—80 % всходов малолетних сорняков, которые находятся в фазе «белой точки».

Особенно эффективен этот прием на посевах пропашных культур с продолжительным периодом от посева (посадки) до всходов

культуры, позволяющий провести два боронования, например, на посадках картофеля.

Послевысходовое боронование проводят с целью рыхления почвы между растениями, разрушения корки и уничтожения всходов малолетних сорняков. Боронование улучшает воздушный режим верхнего слоя почвы и активизирует в ней микробиологические процессы. Своевременное боронование спелой почвы создает мульчирующий слой, снижающий испарение влаги, а также предохраняет почву от перегрева.

Сроки боронования определяют в зависимости от состояния почвы и посевов, а также погодных условий. На посевах яровых зерновых и озимых его проводят в фазе кущения при физической спелости, когда растения хорошо укоренятся, а почва легко рыхлится. На свекловичных полях боронование осуществляют в фазе первой пары настоящих листочков, на посевах кукурузы — в фазе 3—4 листьев. Чтобы не повредить растения, обработку почвы ведут на небольших скоростях, не превышающих 4—5 км/ч. Важно, чтобы у борон пассивная сторона зуба была установлена в направлении движения агрегата. На культурах сплошного посева боронование проводят поперек рядков или по диагонали поля.

Всходы зернобобовых, свеклы, картофеля и других культур боронуют после полудня, когда у растений ослабевает тургор и они не повреждаются.

Междурядную культивацию на посевах пропашных культур осуществляют с целью разрыхления уплотненной почвы, разрушения почвенной корки и подрезания всходов сорняков. Периодическое рыхление и выравнивание почвы в междурядьях усиливают аэрацию почвы, активизируют деятельность микроорганизмов и повышают доступность питательных веществ. Кроме того, они способствуют хорошей водопроницаемости почвы, лучшему поглощению воды атмосферных осадков, что улучшает влагообеспеченность растений в период вегетации.

Сроки междурядных рыхлений определяют по уплотнению почвы в рядах, по образованию почвенной корки или по времени появления проростков сорняков.

В увлажненные годы при частом выпадении осадков почва сильнее уплотняется, и ее рыхлят в междурядьях чаще; в засушливые годы она более рыхлая, и ее обрабатывают реже.

Глубина междурядных рыхлений зависит от фазы роста растений, влажности почвы и степени ее уплотнения. Первое междурядное рыхление почвы в посевах сахарной, кормовой свеклы, кукурузы и других пропашных культур проводят при появлении всходов и обозначении рядков растений. Его называют шаровкой и выполняют на небольшую глубину (4—5 см). Шаровку проводят для уничтожения всходов сорняков, разрыхления почвенной корки в целях лучшего воздухообмена, сохранения влаги в почве и ускорения роста растений. Выполняют ее пропашными культиваторами УСМК-5,4А,

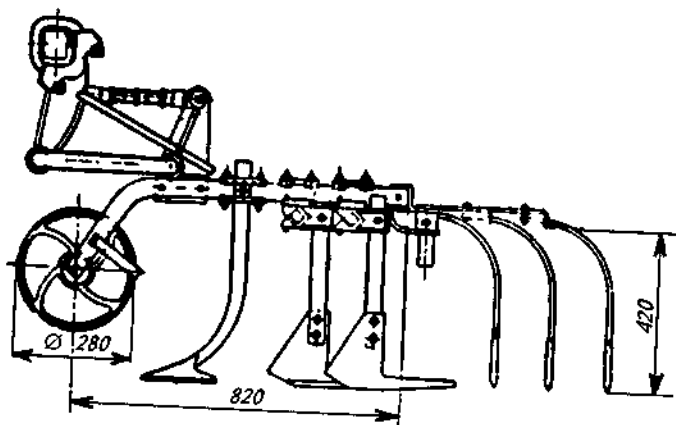


Рис. 35. Секция культиватора с рядковыми прополочными боронами для рыхления почвы и уничтожения сорняков в защитных зонах

КРД-5,4, КРН-4,2, КРН-5,6, оборудованными одно- и двусторонними плоскорежущими лапами-бритвами (рис. 35). Во избежание повреждения корневой системы растений на пропашных культурах вблизи рядков оставляют защитную зону шириной 10—15 см. Чтобы предотвратить повреждение растений, засыпание их почвой при обработке междурядий, культиваторы оборудуют защитными дисками с двух сторон рядка.

Для уничтожения сорняков и рыхления почвы в защитной зоне рядков на плоскорежущих лапах-бритвах ставят дополнительные рабочие органы: прополочные боронки, сдвоенные игольчатые ротационные диски или ротационные боронки БРУ-0,7, а для присыпания почвы к растениям — лапы-отвальщики, дисковые загортачи-окучки (рис. 36, 37).

Глубину второй культивации увеличивают до 8—10 см, а всех последующих уменьшают до 6—8 см и 4—5 см, чтобы не повреждать корневую систему растений и не иссушать почву. При этом защитную зону вблизи рядка увеличивают до 15—20 см.

Для более глубокого рыхления почвы в междурядьях пропашные культиваторы оснащают рыхлящими долотообразными, стрельчатыми лапами, подкормочными ножами, лапами-отвальщиками, а для лучшего выравнивания почвы их дополняют игольчатыми ротационными дисками, прополочными боронками.

При ленточных посевах (посо, гречиха, морковь, лук и др.) почву рыхлят лишь в широких междурядьях между лентами.

При применении эффективных гербицидов для борьбы с сорняками можно сократить число междурядных культиваций на пропашных культурах в период вегетации до одной-двух.

При возделывании сахарной, кормовой свеклы и некоторых овощных культур междурядную обработку почвы сочетают с нарез-

кой букетов из нескольких растений на одинаковом расстоянии в рядках.

Механическое прореживание посевов, называемое букетировкой, обычно проводят пропашными культиваторами типа УСМК-5,4А, оборудованными лапами-бритвами, и выполняют его поперек рядков посева.

Букетировку свеклы осуществляют в фазе одной-двух пар настоящих листьев. Наиболее распространенные схемы вырезов 27 и 30 см, а длина букета 18 и 15 см. При механическом поперечном прореживании посевов уничтожаются прорастающие сорняки и одновременно обеспечивается формирование густоты стояния 5—6 растений на 1 м.

При возделывании картофеля, кукурузы, томата, капусты и других пропашных культур применяют окучивание. Сущность его заключается в присыпании рыхлой влажной почвы к основанию стеблей растений; одновременно подрезаются подземные органы размножения многолетних сорняков в междурядьях.

В условиях избыточного увлажнения и при орошении окучивание устраняет переувлажнение почвы, обеспечивает хорошую аэрацию и прогревание почвы, что способствует большему накоплению

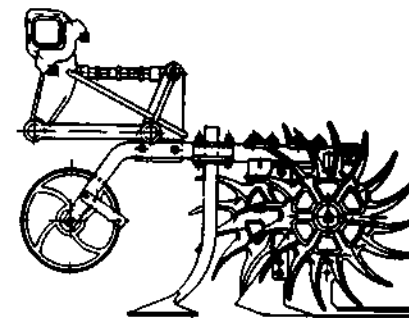


Рис. 36. Секция культиватора с ротационными игольчатыми дисками для рыхления почвы и уничтожения сорняков в защитных зонах

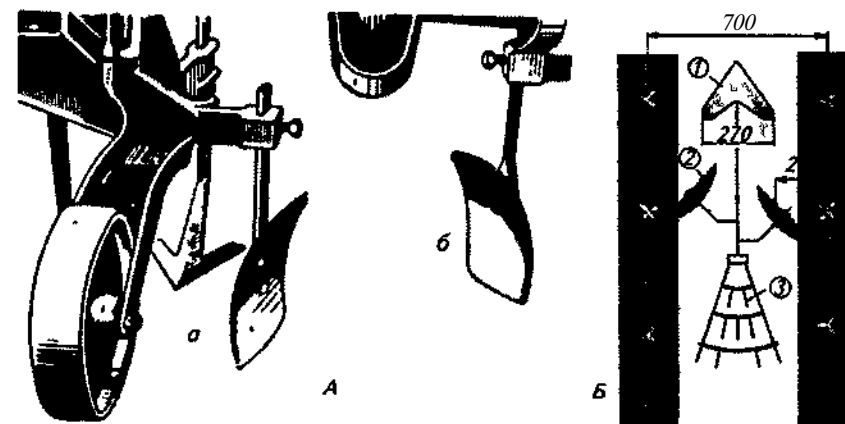


Рис. 37. Расстановка лап-отвальщиков (А) и рабочих органов культиватора (Б) для рыхления почвы и присыпания сорняков:

а — левая и б — правая лапы-отвальщики,
1 — лапа стрельчатая, 2 — дисковый окучник, 3 — прополочная борона

доступных питательных веществ. При окучивании нижняя часть стеблей засыпается рыхлой почвой, что усиливает образование придаточных корней у кукурузы, томатов, столонов у картофеля и повышает урожайность культур на 10—15 %.

Окучивание применяют для защиты растений (томата, картофеля и др.) от весенних заморозков. При недостатке влаги почву можно ссыпать почвой, и тогда его не проводят.

Количество окучиваний и время их проведения зависят от биологических особенностей, высоты растений и погодных условий. Чаще всего его проводят 1—2 раза после дождя или полива при высоте растений 15—20 см с одновременным рыхлением почвы. Последнее окучивание проводят до смыкания ботвы в рядках. Выполняют его пропашными культиваторами КОН-2,8ПМ, КОН-2,8П, УСМК-5,4 и другими, оборудованными рыхлительными лапами и окучниками.

Щелевание почвы как агротехнический прием применяют при уходе за посевами озимых и многолетних трав, размещаемых на склоновых землях. Оно предотвращает сток воды, а также смыв почвы и вынос с водой питательных веществ и способствует накоплению атмосферных осадков в профиле почвы.

На посевах озимых культур его проводят поздней осенью при замерзании верхнего слоя почвы, на многолетних травах — после скашивания второго укоса при сухой почве.

В этих целях используют щелеватели ЩН-2-140, ЩН-3-70, которые с помощью ножей прорезают почву на глубину 40—50 см с расстоянием между щелями 70—140 см. Этот прием особенно эффективен на посевах озимых культур, под которые проводили минимальную поверхностную обработку почвы.

Глава 8

ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

8.1. ОБРАБОТКА ПОЧВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ

Одна из причин проявления водной эрозии — сток дождевых и талых вод. Под действием водных потоков происходят смыв и размыв пахотного слоя почвы и разрушение ее плодородия. С токами воды на склоновых землях уносятся наиболее ценные илстые и коллоидные фракции почвы, растворимые в воде гумусовые вещества и элементы минерального питания. Поэтому главными задачами обработки являются придание почве структурного мелкокомковатого рыхлого состояния для улучшения ее водопроницаемости и поглощения влаги; создание на пашне определенного микрорельефа (лунок, щелей), уменьшающего смыв почвы, поверхностный сток воды и накопление ее в почве; углубление пахотного слоя; разрушение плужной «подошвы».

Противоэрозионные приемы обработки почвы можно условно разделить на две группы: увеличивающие водопроницаемость и фильтрующие воду, создающие на поверхности почвы определенный микрорельеф для задержания стока воды и смыва почвы.

Противоэрозионные приемы обработки почвы, увеличивающие ее водопроницаемость и просачивание воды в почву. К эффективным приемам, улучшающим на склонах поглощение воды почвой, относятся вспашка поперек склона, вспашка плугами с почвоуглубителями, с вырезными отвалами, глубокую безотвальную обработку, щелевание, кротование и др.

Способы основной обработки склоновых земель дифференцируют с учетом увлажнения, свойств пахотного слоя почвы и подстилающих пород, смытости почвы, уклона полей и других условий.

Вспашку поперек направления склона проводят на полях с уклоном до 3° при прямоугольной конфигурации территории.

На сложных склонах вспашку осуществляют по горизонталям, повторяя контуры склона; такую обработку называют *контурной*.

При контурно-мелиоративной организации территории поля обрабатывают в направлении линейных водорегулирующих рубежей (валов-террас, водотоков, дорог, лесных полос и т. д.).

Основными агротехническими требованиями, предъявляемыми к вспашке склоновых земель, являются: соблюдение контурности борозд и гребней, поддержание проектной высоты валов (0,4—0,5 м) и их нормального профиля, соблюдение заданной глубины, обеспечение хорошего крошения пласта, предохранение от механического повреждения залуженных водотоков, гидролесомелиоративных и других сооружений. Большое значение имеют качественная заделка удобрений, дернины, растительных остатков, а также заравнивание развалных борозд.

Образуемые гребни, борозды при вспашке поперек склона служат препятствием на пути движения воды вниз по склону, замедляют скорость ее потока. В результате облегчается проникновение воды в почву, сокращается в 3,5 раза ее поверхностный сток. По обобщенным экспериментальным данным, сток талых вод уменьшается на 77—94 м³/га, а в годы с продолжительным снеготаянием и недостаточным увлажнением почвы этот показатель достигает 200 м³/га по сравнению со вспашкой вдоль склона. При этом урожайность зерновых культур повышается на 0,15—0,2 т/га.

Глубина и способ обработки зависят от крутизны склона. Участки, расположенные на нижней части склона с меньшим уклоном поля и более гумусированными почвами, пахут на глубину гумусового слоя. Почва верхней части склона характеризуется большей смытостью, и здесь рационально применять вспашку с почвоуглублением или безотвальную обработку.

На односторонних склонах для вспашки выделяют прямоугольные загоны, располагая их поперек склона. Поля со сложными склонами разбивают на участки неправильной формы с учетом на-

правления и крутизны склона, которые пашут отдельно навесными или оборотными плугами. При этом учитывают, чтобы пласты почвы оборачивались в направлении верхней части склона и почва не перемещалась вниз по склону.

Вспашка плугами с почвоуглубителями, с вырезными и безотвальными корпусами наиболее эффективна на средне- и сильноосмытых почвах с маломощным гумусовым слоем менее 20 см. На простых односкатных склонах обработку ведут в направлении, перпендикулярном склоновому стоку, на сложных склонах — по контурам.

При *контурной вспашке* дополнительно рыхлят почву подпахотного слоя без выноса ее на поверхность. Опыты, проведенные на темно-серой тяжелосуглинистой лесной почве совхоза «Каширский» Московской области, показали, что вспашка с почвоуглублением до 27 см уменьшила смыв почвы на полях с уклоном 3—5° в 5 раз, а урожайность ячменя повысилась на 0,3 т/га по сравнению со вспашкой на 20—22 см. Наибольшее снижение поверхностного стока воды (120 м³/га) этот прием обеспечивает на склоновых землях Центрально-Черноземной зоны (табл. 41).

41. Сток талых вод при вспашке поперек склона с почвоуглублением, м³/га (по данным Рожкова, 1983)

Зона	Число лет-опытов	Тип почвы	Вспашка поперек склона на 20—22 см	Вспашка с почвоуглублением на 28—30 см	Снижение стока
Нечерноземная	16	Дерново-подзолистая и серая лесная	186	113	73
Центрально-Черноземная	9	Черноземы и серая лесная	377	257	120
Среднее Поволжье	45	Черноземы и светло-каштановые	197	126	71

На склоновых землях гумусовый горизонт небольшой мощности подвержен водной эрозии и постоянно уменьшается. Поэтому ежегодно подпахивают небольшую часть подстилающей почвообразующей породы зачастую тяжелого гранулометрического состава. При вовлечении примесей глины подстилающей породы ухудшаются свойства почвы, увеличивается ее плотность, снижается водопроницаемость. На таких почвах целесообразно применять вспашку плугами с вырезными отвалами, что обеспечивает сплошное рыхление подпахотного слоя. Вносимые под вспашку известь, навоз и минеральные удобрения переметите *ww a n плTM»** — *Безотвальный плуг с почвой припахивающим слоем, улучшая его физические и биологические свойства.*

Безотвальный плуг с почвой припахивающим слоем 1/с уыление на глубину 28—32 см проводят под озимые и яровые зерновые культуры в чистых и занятых парах на полях с уклоном 3—8°. При глубоком рыхлении почва промерзает на меньшую глубину и весной раньше оттаивает. Талые воды хорошо поглощаются почвой, уменьшаются смыв почвы, сток воды, вслед-

ствие чего запасы ее повышаются на 120—150 т/га по сравнению со вспашкой.

На сильноосмытых почвах, где оборот пласта нежелателен, для обработки используют плуги-рыхлители ПРК-4-40, чизельные орудия, плоскорезы-глубокорыхлители. Безотвальное рыхление можно сочетать со вспашкой, лемешным лушением. Проводят его по зяблевой вспашке полосами шириной 4—6 м через 15—20 см перед устойчивым замерзанием почвы. Это повышает фильтрационную способность почвы. По данным Почвенного института им. В. В. Докучаева, при глубоком полосном рыхлении смыв дерново-подзолистой почвы при уклоне поля 2—4° уменьшается в 2 раза, а урожайность зерновых культур повышается на 0,6 т/га.

Щелевание и кротование как специальные приемы обработки проводят для регулирования поверхностного стока воды на склоновых землях с уклоном полей 3—10°. Создание щелей и кротовин в профиле почвы уменьшает смыв почвы, увеличивает запасы воды в почве на 370—550 м³/га за счет перевода поверхностного стока во внутрипочвенный. При этом в 3—4 раза снижаются потери с водой из почвы азота, фосфора и калия.

Щелевание эффективно на тяжелых почвах с плохой водопроницаемостью. Его проводят в системе зяблевой обработки почвы, на посевах озимых культур, многолетних трав, на сенокосах и пастбищах. Щели шириной 5—8 см, глубиной 40—60 см нарезают с расстоянием между ними в ленте 1,4 м, а между парами щелей (лентами) расстояние зависит от уклона поля и составляет 5—10 м. На сложных склонах они должны быть прерывистыми. Этот прием выполняют поздней осенью при замерзании верхнего слоя почвы на глубину 5—7 см, что предохраняет щели от заплывания.

Для улучшения водопроницаемости и сохранности щелей их заполняют рыхлой почвой гумусового слоя со стерней. Открытые щели заполняются водой, которая замерзает и препятствует поглощению талых вод. Наибольший эффект достигается, если щели нарезать в конце зимы по еще не оттаявшей почве и по возможности прикрыть их валиком снега.

Этот прием выполняют с помощью навесных щелевателей ЩН-3-70, ЩН-4 или переоборудованных плугов, плоскорезов-глубокорыхлителей. При щелевании зяби щелеватели оборудуют валикоделателями, которые образуют над щелью водоудерживающие валики высотой 10—12 см. Если агрегат работает на посевах озимых культур и трав, то перед каждой стойкой щелевателя устанавливают дисковый нож, который прорезает дернину и уменьшает повреждение растений.

На сенокосах и пастбищах, расположенных на склонах 8—10°, щелевание проводят одновременно с кротованием с помощью щелереза-кротователя ЩН-2-140, оборудованного долотами и кротователями. Чтобы не повреждать растения озимых, трав, рыхлящие долота устанавливают под углом 10°, а при работе агрегата на зяби — под углом 30°.

На полях с небольшим уклоном полей (до 3°) щели создают под рядками пропашных культур на глубину 30—40 см. В щели хорошо проникают вода, корни растений, которые потребляют воду и питательные вещества из глубоких слоев почвы. У бобовых растений увеличивается количество клубеньков на корнях.

Наилучшие результаты от щелевания получают на посевах озимых культур, особенно при слабом развитии растений в осенний период. На выровненной перед посевом поверхности поля после посева озимых усиливаются сток талых вод и смыв почвы, особенно при поверхностной обработке. Осеннее щелевание посевов в 2 раза снижает поверхностный сток талых вод на воронежских черноземах, однако полностью приостановить эрозию с помощью этого приема не удастся.

Противоэрозионные приемы обработки почвы, создающие на ее поверхности определенный микрорельеф (в виде гребней, замкнутых лунок, прерывистых борозд, микролиманов) **или ступенчатый профиль почвы.** К агротехническим приемам, задерживающим сток воды и препятствующим смыву почвы, относят ступенчатую, гребнистую, комбинированную вспашку, прерывистое бороздование, лункование зяби, валкование почвы и др.

Ступенчатая разноглубинная вспашка, разработанная НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева, — это обработка, обеспечивающая ступенчатый профиль дна борозды. Она предотвращает поверхностный и внутрипочвенный стоки воды. Применяют ее на полях с уклоном $5-8^\circ$, где другие приемы обработки не обеспечивают хорошую противоэрозионную устойчивость почвы. Выполняют такую вспашку чаще всего 4-корпусным плугом, у которого два корпуса (второй и четвертый) пахут на 20—22 см, а остальные — на 10—12 см глубже. В результате такой вспашки на поверхности пашни образуются борозды, окаймленные гребнями, а на глубине почвы — ступенчатый профиль. Создание гребнистоступенчатого профиля предотвращает смыв почвы, сток талых вод и задерживает 200—300 м³ воды на 1 га (рис. 38).

Высокая эффективность почвозащитной ступенчатой вспашки отмечена в опытах НИИСХ Юго-Востока, на Пензенской сельскохозяйственной станции, в условиях Ростовской области. Она повышала запасы воды в метровом слое на 90—330 м³/га, а урожайность зерновых культур на 0,17—0,43 т/га.

Гребнистая вспашка — это вспашка с образованием гребней на поверхности поля с уклоном $3-5^\circ$. Выполняют ее плугами, у которых один корпус (чаще всего последний) имеет удлиненный отвал или один укороченный, другой удлиненный.

Возможны и другие сочетания. Удлиненный отвал образует гребень (валик) высотой 20—30 см, а укороченный отвал — борозду. Чередование гребней и открытых борозд в направлении, перпендикулярном склоновому стоку, создает дополнительные емкости для воды и увеличивает ее запасы в почве на 150—200 м³/га. Гребнистую

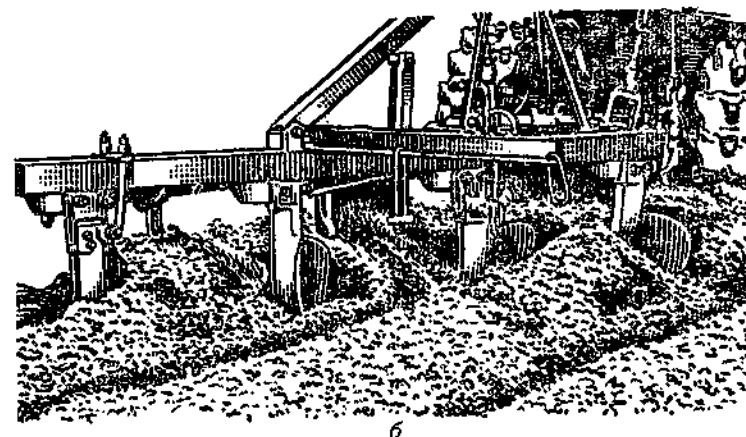
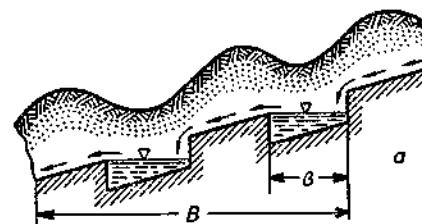


Рис. 38. Ступенчатая разноглубинная вспашка:

a — схема вспашки на склоне; b — работа плуга на вспашке

вспашку сочетают с подпахотными рыхлениями, используя почвоуглубители, безотвальные корпуса и с вырезными отвалами, что позволяет увеличить водопоглощающую способность почвы. Проводят ее при поздней зяблевой обработке на односкатных простых склонах.

Комбинированная вспашка, разработанная в Воронежском СХИ, эффективна на полях с уклоном до $5-6^\circ$. Для ее выполнения у трехкорпусного плуга со второго и третьего корпусов снимают отвалы или отвальные корпуса заменяют безотвальными. При работе такого агрегата сочетаются отвальная и безотвальная обработки. На пашне образуются полосы со стерней, окаймленные гребнями. В зимний период в полосах накапливается снег, защищающий почву от глубокого промерзания, что увеличивает поглощение талых вод. Комбинированная вспашка повышает урожайность зерновых культур на склоновых черноземных землях на 0,01—0,41 т/га.

Прерывистое бороздование — эффективный противоэрозионный прием обработки, обеспечивающий нарезку борозд на поверхности

поля с уклоном 5—8°. Выполняют его одновременно со вспашкой плугами, оборудованными специальными приспособлениями ПРНТ-70000, ПРНТ-80000. Приспособление ПРНТ-70000 состоит из корпуса с укороченным отвалом, за которым установлена трехлопастная крыльчатка. При вспашке крыльчатка формирует бороздки длиной 1,0—1,2 м, вместимостью 95—100 л, которые прерываются валиками (перемычками) высотой 20 см. Число образуемых замкнутых микролиманов на 1 га составляет 4000—4200, а суммарная их емкость 350—400 м³ воды.

Прерывистое бороздование по уплотнившейся после вспашки почве можно проводить и с помощью культиваторов-окучников: первые проходы выполняют вдоль склона, а вторые — в направлении, перпендикулярном склоновому стоку. Формируется сеть замкнутых лунок размером 0,7 х 0,7 м, которая препятствует стоку воды и смыву почвы.

Лункование зяби — агротехнический прием, применяемый для подделки замкнутых лунок на полях с уклоном 4—6°. Выполняется он одновременно со вспашкой плугами с приспособлениями ПРНТ-90000 или раздельно с помощью лункообразователей. Устройство включает сферические диски, которые периодически заглубляются в почву и образуют на 1 га 12 000 лунок с суммарной емкостью 200—500 м³/га воды.

Для лункования зяби после зяблевой вспашки используют лункообразователи ЛОД-10, а также различные приспособления типа ПЛДГ-5, ПЛДГ-10 с дисковыми лушпильниками ЛДГ-5 и ЛДГ-10.

Поля, обработанные с поделкой водозадерживающего микро рельефа, весной выравнивают с помощью выравнивателей, культиваторов с боронами, волокуш и других орудий.

8.2. ПРЕДПОСЕВНАЯ ПОДГОТОВКА ПОЧВЫ, ПОСЕВ И УХОД ЗА РАСТЕНИЯМИ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

Предпосевная обработка почвы включает ранневесеннее боронование зяби, щелевание, выравнивание поверхности поля, предпосевные культивации и контурный посев (посадку). При весенней подготовке почвы необходимо учитывать, что на склонах южной и юго-западной экспозиций физическая спелость наступает быстрее, чем на других. Быстрее иссушается почва и на полях с лункованием, бороздованием, а также на верхних участках склона. Поэтому на этих полях необходимо в первую очередь закрывать влагу путем перекрестного боронования тяжелыми зубowymi боронами.

При посеве ранних яровых культур боронование совмещают с культивацией. На полях с измененным микро рельефом применяют паровые тяжелые культиваторы типа КПЭ-3,8, КПС-4, выравниватели ВП-8, ВПН-5,6А, ВИП-5,6, тяжелые волокуши в сцепе с зубowymi боронами. Для лучшего выравнивания поверхности почвы проводят двукратную культивацию в перекрестном направлении с

одновременным боронованием. При этом на поверхности формируется рыхлый мульчирующий слой, нарушается прочность капиллярных связей, что уменьшает потери влаги на испарение.

На склоновых землях, где проведена безотвальная обработка, почва прогревается медленнее.

Закрытие влаги здесь осуществляют игольчатыми боронами в режиме активного рыхления, а для предпосевной обработки используют противоэрозионные культиваторы-плоскорезы КПШ-5, КПШ-9идр.

На тяжелых сильноосмытых почвах, склонных к заплыванию, глубину первой культивации увеличивают до 10—12 см, используя тяжелые культиваторы типа КПЭ-3,8, КТС-10-1. Это улучшает прогревание почвы, увеличивает глубину заделки минеральных удобрений и облегчает борьбу с сорняками.

Первую культивацию проводят поперек склона, а вторую — по диагонали поля, так как она будет перекрываться последующим посевом.

На простых односкатных склонах посев (посадку) проводят в направлении, перпендикулярном склоновому стоку, а на сложных — по контурам (контурный посев). Рядки растений, расположенные по горизонталям, служат хорошей преградой для водного потока по склону и на 25% снижают сток атмосферных осадков.

Зерновые культуры на склонах 3—8° высевают обычным рядовым способом, на полях с уклоном до 3° кукурузу высевают бороздковым способом, картофель — гребневым, сахарную свеклу — пунтирным.

Для увеличения инфильтрационной способности почвы на посевах пропашных культур проводят щелевание или прерывистое бороздование, что создает дополнительные емкости для поглощения ливневых вод. Щелевание на глубину 30—35 см осуществляют одновременно с посевом или в период междурядной обработки пропашных. Для этих целей пропашные культиваторы оборудуют щелерезами, долотообразными рыхлящими рабочими органами. Щели нарезают по следу колес трактора или через 1—2 междурядья.

Для прерывистого бороздования и глубокого рыхления междурядий пропашных культур используют приспособление ППБ-0,6, которое навешивается на пропашные культиваторы. Оно состоит из окучника и четырехлопастной крыльчатки, которые при обработке междурядий формируют на 1 га около 4 тыс. бороздок с перемычками глубиной до 16 см, вместимостью 250—280 м³. По данным ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, прерывистое бороздование междурядий на склонах 2—3° задерживает до 200 м³/га воды и повышает урожайность зеленой массы кукурузы на 1,8—2,0 т/га.

Чтобы ослабить отрицательное действие уплотнения почвы тяжелыми колесными тракторами во время обработки почвы и посева, необходимо установить по следу колес трактора дополнительные рыхлители почвы на глубину 14—16 см.

Внесение органических и минеральных удобрений на склоновых землях в комплексе с приемами почвозащитной обработки улучшает рост растений, повышает противоэрозионную устойчивость почвы и урожайность сельскохозяйственных культур на 20—40 % и более.

8.3. ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ПОЧВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ВЕТРОВОЙ ЭРОЗИИ

Основными причинами ветровой эрозии являются высокая скорость ветра у поверхности почвы, высокая степень распыления и слабая оструктуренность верхнего слоя почвы, низкая его увлажненность и отсутствие защитного растительного покрова. Зачастую эрозия почвы на обрабатываемых землях возникает из-за несоответствия технологий возделывания культур и способов обработки почвы ландшафтным условиям.

В задачу противоэрозионной обработки почвы входят: рыхление почвы с сохранением максимального количества растительных остатков и стерни на ее поверхности; создание наилучших условий для накопления и сохранения влаги в почве; недопущение распыления почвы и усиления ее аэрации за счет минимализации процесса обработки почвы.

Оставленная на поверхности поля стерня снижает скорость ветра в приземном слое до 3—4 м/с, что предупреждает выдувание почвы. В зимний период она задерживает снег, способствует накоплению влаги, а в летний жаркий период уменьшает ее испарение.

Теоретические положения противоэрозионной обработки почв, подверженных ветровой эрозии, разработанные академиком А. И. Бараевым, сводятся к следующему:

1. Если в верхнем слое почвы содержание ветроустойчивых структурных агрегатов размером более 1 мм составляет 50 % и более, то такая почва устойчива перед ветровой эрозией.

2. Покрытие более 40 % поверхности почвы растительными остатками и стерней снижает скорость ветра в приземном слое до 3—4 м/с, испарение воды из почвы, увеличивает ее увлажненность, вследствие чего повышается ветроустойчивость почвы.

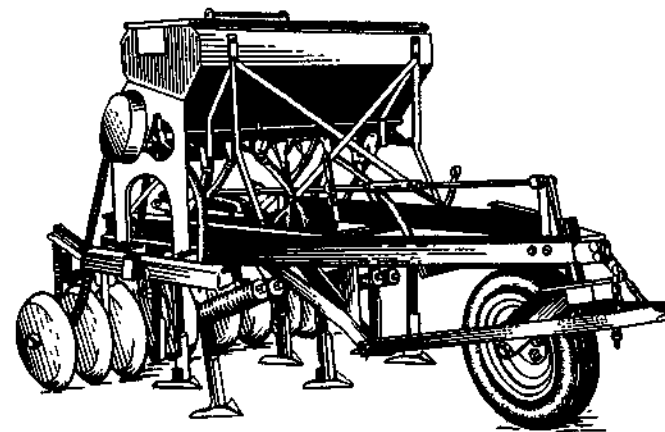
Поэтому основой противоэрозионной обработки почвы в районах, подверженных ветровой эрозии, служит плоскорезная обработка почвы без ее оборачивания с сохранением на поверхности поля большей части стерни.

Почвозащитную систему обработки, разработанную во ВНИИ зернового хозяйства, успешно применяют в степных районах Западной Сибири, Северного Кавказа, Нижнего Поволжья, Южного Урала, а также в других регионах страны.

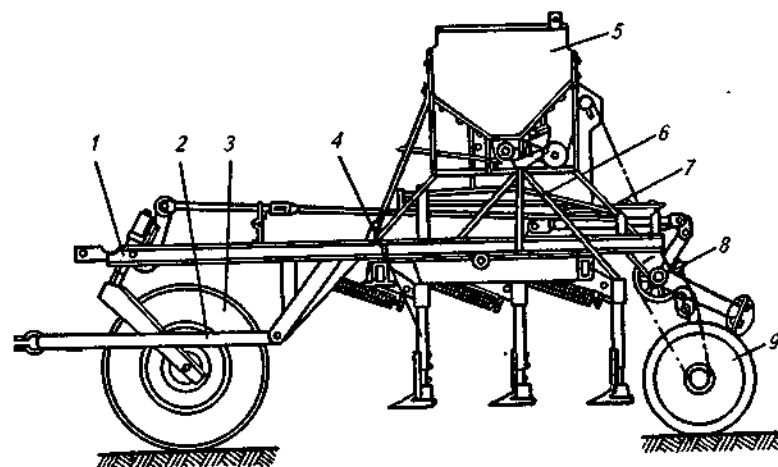
Сущность предложенной системы обработки почвы заключается в отказе от вспашки, от обработки лемешными и дисковыми лучильниками и замене их плоскорезными, не оборачивающими почву орудиями; применении для весеннего закрытия влаги и обра-

378

ботки паров вместо зубовых игольчатых борон борон-мотыг, которые в меньшей степени повреждают стерню; использовании для посева стерневых сеялок типа СЗС-2,1, СЗС-8, СЗС-12, совмещающих внесение минеральных удобрений, рыхление почвы, посев зерновых культур и прикатывание почвы (рис. 39).



a



b

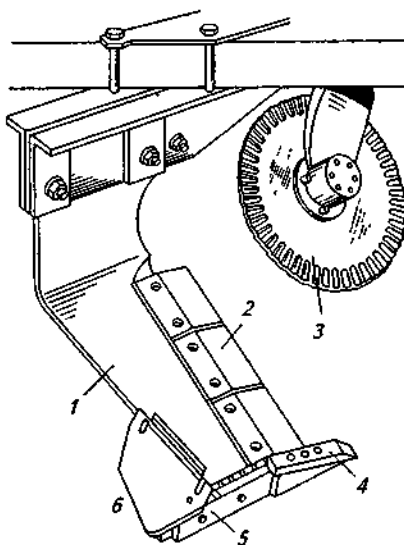
Рис. 39. Сеялка-культиватор СЗС-2,1:

a — общий вид; б — рабочие органы: 1 — рама; 2 — прицепное устройство; 3 — опорное колесо; 4 — сошник; 5 — зернотуковый ящик; 6 — семяпроводы; 7 — механизм подъема; 8 — механизм привода; 9 — прикатывающий каток

Повысить противоэрозионную устойчивость почвы можно применением в системе зяблевой обработки орудий с рыхлящими плоскорезными рабочими органами, которые не распыляют почву и сохраняют на поверхности поля до 75 % растительных остатков (табл. 42).

42. Приемы и орудия противоэрозионной обработки почв, подверженных ветровой эрозии

Прием обработки	Цель и условия выполнения приема	Типы и марки орудий
Боронование зяби, паров	Поверхностное рыхление почвы на 4—6 см. Уничтожение всходов сорняков, сохранение влаги	Игольчатые бороны БИГ-3А, бороны-мотыги БМШ-15, БМШ-20
Предпосевная культивация	Поверхностное рыхление почвы на 6—8 см, выравнивание поверхности и подрезание сорняков	Штанговые культиваторы КШ-3,6А, КЛШ-10, культиваторы-плоскорезы КППГ-2,2, ОП-8, ОП-12 и др.
Культивация паров в системе зяблевой и весенней обработки почвы	Мелкое плоскорезное рыхление почвы на 8—16 см с оставлением стерни, подрезание сорняков	Культиваторы-плоскорезы КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11, тяжелые культиваторы КПЭ-3,8, КТС-10-1, КТС-10-2 со штанговыми приспособлениями
Безотвальное рыхление в системе зяблевой обработки	Глубокое плоскорезное рыхление почвы на 25—27 см с сохранением стерни и мульчи из соломы, подрезание сорняков	Плоскорезы-глубокорыхлители КППГ-250А, ПГ-3-100, ПГ-3-5, КППГ-2-150
Безотвальное рыхление пласта многолетних трав	Рыхление пласта многолетних трав на 14—16 см, подрезание сорняков	Орудие для безотвальной обработки ОПТ-3-5



В этих целях для глубокого рыхления почвы применяют плоскорезы-глубокорыхлители КППГ-250А, ПГ-3-100, плуги с наклонными стойками типа пароплау, со стойками СибИМЭ и др. (рис. 40, 41).

При замене вспашки плоскорезным рыхлением запасы продуктивной влаги в метровом слое черноземной почвы увеличиваются на 45,3—46,5 мм, что существенно улучшает вод-

Рис 40. Рабочий орган чизельного плуга типа «пароплау»:

1 — корпус, 2 — грудь корпуса, 3 — дисковый нож, 4 — носок, 5 — полевая доска, 6 — крошащая плита

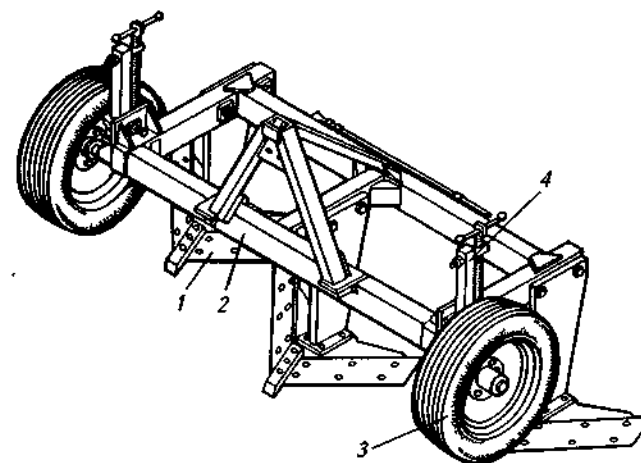


Рис. 41. Плоскорез-глубокорыхлитель ПГ-3-100:

1 — плоскорезующая лапа, 2 — рама, 3 — опорное колесо, 4 — механизм опорного колеса

ный режим и повышает урожайность яровой пшеницы на 0,23—0,4 т/га.

В степных и лесостепных районах, подверженных ветровой эрозии, решающая роль в повышении урожайности зерновых культур принадлежит кулисным парам. Поэтому система обработки кулисного пара должна иметь почвозащитную направленность. На легких почвах, наиболее сильно подверженных эрозии, осеннюю обработку почвы не проводят, а переносят ее на весенний период. Оставленная после уборки зерновых культур стерня и дополнительное мульчирование почвы соломой при уборке способствуют накоплению снега, поглощению почвой талых вод и надежно защищают почву от выдувания.

В весенний период вместо лемешных лушительников и дисковых орудий для обработки паров используют культиваторы-плоскорезы КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11 в агрегате с игольчатыми боровами (рис. 42). Применение таких агрегатов позволяет сохранить на поле стерню и растительные остатки, создать мульчирующий слой, который способствует лучшему поглощению влаги атмосферных осадков и сохранению ее от испарения. При использовании в агрегате игольчатых боронов лучше выравнивается поверхность почвы, увеличивается ее ветроустойчивость.

Большое значение в борьбе с сорняками и предотвращении иссушения почвы при уходе за парами в летний период имеет применение штанговых культиваторов КШ-3,6А, КЛШ-10 или противоэрозионных культиваторов КПЭ-3,8, КТС-10-2 со штанговой при-

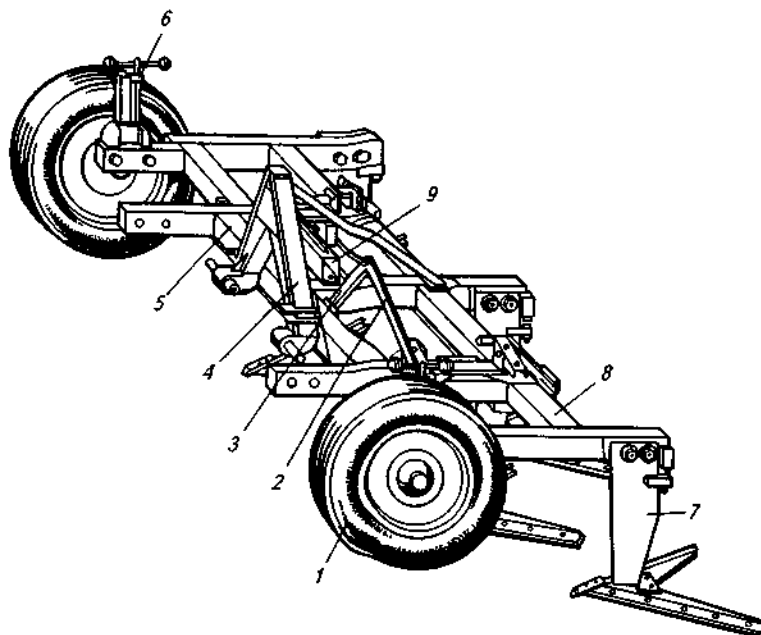


Рис. 42. Широкозахватный культиватор-плоскорез КПШ-5:
1 — пневматическое колесо, 2 — тяга, 3 — рычаг, 4 — замок, 5 — центральная рама, 6 — механизм опорного колеса, 7 — рабочий орган, 8 — боковая рама, 9 — гидроцилиндр

ставкой. Вращаясь от привода колес, квадратного или круглого сечения штанга на глубине 5—7 см разрывает корневые системы сорняков и выносит их на поверхность почвы. Одновременно рыхлится и выравнивается поверхность почвы; на ней создается хороший мульчирующий слой. Лучшее качество рыхления обеспечивается при движении агрегата в направлении перпендикулярном или под углом к направлению обработки почвы.

Увлажненность почвы и устойчивости перед ветровой эрозией достигается приемами минимализации обработки. Это осуществляют за счет сокращения числа механических обработок по уходу за чистыми и кулисными парами с помощью применения эффективных гербицидов для борьбы с сорняками и уменьшения глубины основных обработок в севообороте. Так, по данным Сибирского государственного университета, на хорошо оструктуренных почвах глубину плоскорезной обработки можно уменьшить до 12—14 см без снижения урожайности яровой пшеницы.

Комбинированные агрегаты, выполняющие комплексные операции по обработке почвы (5, АКП-5), и зерновых стерневых сеялок

(СЗС-2,1, СЗС-6, СЗС-12) уменьшается распыление почвы и снижается интенсивность эрозионных процессов.

Почвозащитные приемы обработки почвы обеспечивают устойчивую урожайность культур и надежную защиту почвы от ветровой эрозии, если их сочетают в севообороте с посевами кулис, полосным размещением культур, мульчированием почвы соломой и другими влагонакопительными мероприятиями.

Глава 9

ОБРАБОТКА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

9.1. ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ОРОШЕНИИ

Система обработки почвы в условиях орошения имеет свои особенности и определяется составом культур севооборота, засоренностью полей, способами орошения, воспроизводства плодородия и другими условиями.

Оросительная вода оказывает многостороннее влияние на свойства почвы, биологические и химические процессы, условия разложения органического вещества и воспроизводство плодородия почвы. Вынос с водой почвенных коллоидов, растворимых солей кальция и магния в подпахотные слои приводит к разрушению структуры почвы, образованию почвенной корки и уплотнению пахотного слоя.

Под воздействием воды изменяется строение пахотного слоя почвы, уменьшается общая и некапиллярная пористость, что приводит к нарушению аэрации почвы. По данным ВНИИ орошаемого земледелия, общая пористость орошаемых черноземных почв снижается на 8—10 % по сравнению с неорошаемыми землями.

Изменение строения почвы обусловлено уплотнением как пахотного, так и подпахотного ее слоев, а вследствие этого и снижением водопроницаемости этих слоев. Последнее вызывает перенасыщение водой верхнего слоя почвы, что приводит к большим потерям влаги на испарение, особенно в первые дни после полива.

Улучшая влагообеспеченность растений, создавая благоприятный для роста микроклимат в приземном слое почвы, орошение имеет и отрицательные стороны, которые необходимо учитывать при обосновании системы обработки почвы. К ним следует отнести вторичное засоление и заболачивание почв, возникновение водной эрозии и загрязнение водоемов удобрениями, пестицидами.

Обработка почвы в орошаемых севооборотах имеет характерные особенности:

1. Уплотнение почвы и ухудшение агрофизических и биологических свойств при орошении вызывает необходимость увеличения числа и глубины основных обработок в севообороте для поддержания рыхлого сложения и оптимального строения почвы пахотного слоя.

2. Рациональное и экономное расходование воды при орошении достигается при равномерном ее распределении на орошаемой площади и равномерном увлажнении почвы орошаемого участка. В связи с этим в задачу обработки входит подготовка поля к соответствующему способу орошения: планировка поверхности поля, нарезка временных оросителей и др.

3. В орошаемых севооборотах отсутствуют чистые пары, поэтому поливные земли отличаются повышенной засоренностью полей. С поливной водой семена сорняков быстрее распространяются; кроме того, при орошении изменяются количественный и видовой составы сорняков. Поэтому система обработки почвы должна предусматривать эффективную борьбу с сорняками, болезнями и вредителями культурных растений.

При обработке почвы улучшается ее воздушный режим, повышается биогенность, что способствует активизации окислительно-восстановительных процессов, а следовательно, и питательного режима почвы. Наряду с этим обработка способствует предупреждению и устранению вторичного засоления, заболачивания орошаемых земель и предотвращает развитие водной эрозии.

Обработка почвы при орошении включает планировку и подготовку поля к поливам, систему обработки почвы под яровые и озимые культуры и обработку почвы под промежуточные посевы.

Выравнивание поверхности почвы и придание ей нужного уклона проводят для равномерного распределения воды и увлажнения почвы на орошаемой площади. При этом исключаются застои воды и переувлажнение почвы в понижениях; одновременно наступает физическая спелость почвы для обработки и посева. Планировка предупреждает вторичное засоление и заболачивание орошаемых земель, развитие водной эрозии. Выровненная поверхность поля позволяет автоматизировать полив, повысить производительность почвообрабатывающих, дождевальных и других агрегатов и главное — качество выполняемых полевых работ.

Основную (капитальную) планировку проводят при устройстве орошаемых земель по специальным проектам. При поливе затоплением на рисовых полях (картах) необходима горизонтальная планировка с малым уклоном (до 0,002), а при поливе по бороздам и полосам применяют планировку под наклонную поверхность с большим уклоном полей.

Ремонтную планировку проводят на площадях с сильно деформированной поверхностью поля под действием орошения, оседания, размыва почвы или движения тяжелых машин и агрегатов.

Для предварительного выравнивания (срезки) возвышений, насыпки понижений используют бульдозеры, грейдеры. Окончательное выравнивание поверхности предварительно вспаханной почвы выполняют с помощью длиннобазовых ковшовых планировщиков П-5, ПА-3, Д-719.

Поверхность поля планируют в двух взаимно перпендикулярных

направлениях без образования уступов и валиков, осуществляя 2—4 прохода агрегата по одному следу.

Под культуры раннего срока посева почву выравнивают осенью после уборки возделываемой культуры, а под озимые — в летний период после уборки парозанимающих культур.

Эксплуатационную планировку поверхности поля проводят ежегодно при подготовке его к поливу или после вспашки перед посевом сельскохозяйственных культур. При выравнивании ликвидируются развальные борозды, свальные гребни, промоины и другие неровности, образуемые при обработке почвы или движении тяжелой техники. Хорошее выравнивание поверхности почвы перед посевом с одновременным рыхлением и мульчированием обеспечивают отвальные выравниватели ВПШ-15, ВП-8А, ВПН-5,6 и другие при движении агрегатов под углом к направлению вспашки.

9.2. ЗЯБЛЕВАЯ ОБРАБОТКА И УГЛУБЛЕНИЕ ПАХОТНОГО СЛОЯ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Выбор приемов зяблевой обработки почвы при орошении обусловлен степенью увлажнения почвы, засоренностью поля, применяемыми способами орошения (поверхностный и др.), видами полива (влагозарядковый, предпахотный и др.). При оптимальной влажности почвы для ее крошения и продолжительном послеуборочном периоде зяблевую обработку проводят по типу полупаровой. На полях, засоренных корнеотпрысковыми сорняками, осуществляют двукратное лущение стерни: первое на глубину 6—8 см при уборке зерновых, второе — на 10—12 см при массовом появлении всходов сорняков. При вторичном отрастании сорняков проводят вспашку плугами с предплужниками и боронование. При засорении поля малолетними сорняками ограничиваются одним лущением на меньшую глубину.

Если почва после уборки культуры иссушена, то сначала проводят предпахотный полив. Увлажнение почвы благоприятствует прорастанию семян сорняков, улучшает крошение почвы и качество зяблевой обработки.

Для предпахотного полива используют поливную сеть, сохраняющуюся после пропашных культур; лущение в этом случае не проводят. При отсутствии поливной сети ее создают перед поливом, а почву после уборки зерновых культур предварительно лущат.

На полях, где будут проводить влагозарядковый полив, одновременно со вспашкой нарезают поливные борозды, щели или полосы на расстоянии 70—140 см с помощью переоборудованных плугов. Например, если снять отвал у второго корпуса 4-корпусного плуга, то при вспашке образуется борозда, а при удлинении отвала этого же корпуса — гребень, который формирует полосу, равную ширине захвата плуга. Более качественную нарезку борозд осуществляют бороздоделателем, который крепят к раме плуга. В этом случае на-

правление вспашки должно совпадать с направлением полива. Пашут и нарезают поливные борозды вдоль склона. При поперечной схеме размещения временных оросителей выводные борозды нарезают на расстоянии 300—400 м одна от другой при уклоне поля 0,008.

На тяжелых почвах с плохой водопроницаемостью для лучшего впитывания влаги в системе зяблевой обработки или непосредственно перед поливом проводят щелевание на глубину 40—50 см. Временную оросительную сеть после полива заравнивают при подсыхании гребней.

Значительное уплотнение почвы при поливах требует увеличения мощности пахотного слоя до 32—35 см с помощью глубокой вспашки, безотвального рыхления или других способов. При глубоком пахотном слое с хорошей водопроницаемостью более рационально используется поливная вода и повышается эффективность вносимых удобрений.

Глубокая вспашка с внесением органических и минеральных удобрений предупреждает переувлажнение почвы, способствует более быстрому насыщению водой профиля почвы до глубины 50—70 см. При этом существенно снижаются потери воды на испарение. Преимущество глубокой вспашки заключается в снижении засоренности полей, улучшении аэрации почвы и условий питания растений. Хорошо развитая корневая система растений при глубокой обработке позволяет полнее использовать воду и питательные вещества из глубоких слоев почвы и положительно влияет на урожайность культур. Поэтому в орошаемых севооборотах мощность пахотного слоя увеличивают на черноземных почвах до 32—35 см, на светло-каштановых — до 25—27 см. Под сахарную свеклу и овощные культуры на черноземных почвах пашут на глубину 30—32 см, под кукурузу — на 25—27 см, а под зерновые колосовые культуры — на 20—22 см. Применение чизельных орудий, безотвальных плугов-рыхлителей позволяет увеличить глубину рыхления до 35 см и более.

Способы углубления зависят от биологических особенностей культуры, типа почвы, ее уплотнения и нормы полива. Например, на тяжелых черноземных почвах при высоких поливных нормах глубокую вспашку в севообороте проводят через 2—3 года, на легких почвах при невысоких оросительных нормах периодичность глубоких обработок увеличивают до 4—5 лет.

9.3. ПРЕДПОСЕВНАЯ И ПОСЛЕПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Для обеспечения хорошего качества посева и проведения вегетационных поливов почва перед посевом должна быть хорошо разрыхленной, а ее поверхность выровненной. Это позволяет лучше сохранить воду от испарения и получить дружные всходы.

Под культуры позднего срока посева проводят ранневесеннее боронование или шлейфование при наступлении физической спелости почвы. Рыхление верхнего слоя предохраняет почвенную влагу от испарения и вынос солей на поверхность почвы, особенно на солонцеватых почвах. Под культуры раннего срока посева боронование заменяют культивацией с боронованием, особенно на тяжелых почвах, с целью рыхления, выравнивания почвы и уничтожения всходов сорняков. Если поверхность почвы гребнистая, то ее дополнительно выравнивают с помощью комбинированных агрегатов ВПН-5,6, ВП-8А и других, что особенно важно как для качества посева, так и для высокопроизводительной работы дождевальных агрегатов.

На полях под культуры позднего срока посева чаще всего проводят две культивации с боронованием. Первую культивацию осуществляют на большую глубину (10—12 см), вторую — на глубину посева культуры. Лучшего рыхления и выравнивания поверхности почвы достигают при движении агрегата поперек направления вспашки или под некоторым углом.

При подготовке поля к вегетационным поливам по полосам глубину предпосевной обработки почвы под зерновые культуры увеличивают на 3—4 см, потому что часть верхнего слоя почвы идет на образование валков, формирующих поливные полосы. Посев без поделки поливных полос проводят поперек уклона поля.

При уходе за посевами при орошении важное значение имеют устранение почвенной корки и поддержание поверхности почвы в рыхлом и чистом от сорняков состоянии. С этой целью проводят довсходовое и послеवсходовое боронования легкими зубowymi, сетчатыми боронами или ротационными мотыгами. Чтобы не повредить растения, боронование по всходам осуществляют во второй половине дня, когда у растений ослаблен тургор.

Посевы люцерны первого года жизни боронуют после укосов зубowymi или игольчатыми боронами, а посевы прошлых лет при сильном засорении рыхлят культиваторами с долотообразными рабочими органами или используют пружинные бороны. На склоновых землях эффективно щелевание посевов на глубину 35—40 см.

Междурядья пропашных культур после полива рыхлят при наступлении физической спелости почвы. Глубину первых рыхлений увеличивают по сравнению с неорошаемыми участками, что связано с уплотнением орошаемой почвы.

Для проведения вегетационных поливов на посевах пропашных культур одновременно с междурядной культивацией нарезают поливные, выводные борозды и временные оросители. Количество междурядных рыхлений зависит от засоренности посевов, числа поливов, уплотнения почвы и погодных условий.

9.4. ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ОСУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Значительные площади осушенных земель (более 3,5 млн га) расположены в Северо-Западном, Центральном и других регионах, в которых количество выпадающих осадков преобладает над испаряемостью, а коэффициент увлажнения больше единицы.

Переувлажнение почв бывает кратковременным или длительным. Постоянное избыточное увлажнение вызывается близким к поверхности почвы расположением грунтовых вод, особенно на полях, размещенных на пониженных элементах рельефа или в поймах рек.

Временное избыточное увлажнение вызывается поверхностными водами атмосферных осадков на почвах с плохой водопроницаемостью или на полях с малым уклоном или без него.

В условиях переувлажнения, когда влажность почвы за вегетационный период превышает 70—80 % полной влагоемкости, формируются почвы с различной степенью оглеения. Избыточное содержание влаги, недостаток кислорода замедляют окислительно-восстановительные процессы и приводят к образованию закисных форм железа, марганца, которые токсичны для растений. В результате почвы становятся бедны доступными элементами питания растений.

Переувлажненные почвы медленно оттаивают весной; на них позднее проводят обработку почвы и посев, что обуславливает снижение урожайности культур.

При переувлажнении почвы большая часть почвенных пор заполняется водой, усиливая анаэробные процессы. Оптимальная пористость аэрации пахотного слоя почвы для зерновых культур составляет 20—30 %, для картофеля и корнеплодов — 25—40, для трав — 15—20 % при влажности почвы менее 70 % полевой влагоемкости.

В связи с этим система обработки осушенных земель должна иметь агромелиоративную направленность, усиливать действие осушительных мелиораций и решать следующие задачи:

1. Усиление поверхностного стока и отвода избыточной воды из корнеобитаемого слоя для улучшения аэрации почвы и активизации биологических процессов. В этих целях используют узкозагонную, гребневую, грядковую вспашки, бороздование почвы и др.

2. Перераспределение внутрипочвенного стока или обеспечение аккумуляции воды в подпахотных слоях с помощью глубокой вспашки, ярусных обработок, безотвального чизельного рыхления, кротования и других приемов.

Система обработки осушенных земель зависит от способа осушения, мощности гумусового слоя, гранулометрического состава почвы, уклона поля, биологических особенностей культуры засоленности полей и других условий.

На осушенных закрытым дренажем дерново-подзолистых, среднесуглинистых и глинистых глеевых почвах с плохой водопроница-

емостью (коэффициент фильтрации менее 0,3 м/сут), целесообразна система мелиоративной разноглубинной обработки почвы в севообороте. Она включает глубокую вспашку на 28—30 см плугом с вырезными отвалами или двухъярусную вспашку под пропашные, озимые культуры или в занятых парах. Такая обработка в севообороте повышает урожайность картофеля на 2 т/га, зеленой массы кукурузы на 2,6 т/га.

Под яровые зерновые культуры, лен, однолетние травы глубина вспашки не превышает 20—22 см. При подсеве многолетних трав глубину вспашки под покровные культуры увеличивают до 23—25 см или заменяют вспашку чизельным рыхлением, особенно на глеевых почвах. При двухгодичном использовании многолетних трав почва бывает сильно уплотнена, что ухудшает ее водопроницаемость и затрудняет работу осушительного дренажа. Поэтому при вспашке после многолетних трав необходимо увеличивать глубину обработки почвы под яровые культуры. Например, под овес эффективна двухъярусная вспашка на 23—25 см, которая существенно увеличивает коэффициент фильтрации и предупреждает переувлажнение почвы.

На дерново-подзолистых легкосуглинистых и супесчаных слабооглеенных почвах с хорошей водопроницаемостью (коэффициент фильтрации 0,3 м/сут и более) ярусные обработки под пропашные культуры заменяют чизельным рыхлением на глубину 28—30 см, а под озимые — на 20—22 см.

При использовании гербицидов для уничтожения сорняков на хорошо окультуренных легких почвах, осушенных с помощью закрытого гончарного дренажа, можно минимизировать основную обработку почвы под озимую рожь и яровые зерновые культуры. Под предшественники этих культур проводят вспашку или чизельное рыхление. При замене вспашки лемешным лущением на 10—12 см урожайность озимой ржи, размещаемой после однолетних бобово-злаковых травосмесей, не снизилась. В среднем за пять лет она составила 3,67—3,68 т/га (табл. 43).

43. Урожайность ОЗИМОЙ ржи при разных приемах основной обработки почвы, т/га

Обработка почвы	1980 г.	1981 г.	1982 г.	1983 г.	1984 г.
Вспашка на 20—22 см (контроль)	3,40	4,99	4,01	3,63	2,71
Лемешное лущение на 10—12 см	3,42	4,74	4,26	3,71	2,52
± к контролю	+0,02	-0,25	+0,25	+0,08	-0,19
НСР ₀₅	2,4	4,6	3,8	4,6	4,0

На тяжелых почвах глубокие мелиоративные обработки в севообороте проводят через год, а на легких периодичность их увеличивают до 2—3 лет. Наиболее рационально их проведение в системе зяблевой обработки или после рановубираемых парозанимающих

культур. На засоренных полях глубокие обработки дополняют предварительным лущением с учетом видового состава сорняков.

На тяжелых почвах с плохой водопроницаемостью и полях с малым уклоном систему обработки дополняют узкозагонной вспашкой. При такой вспашке поле разбивают на узкие загоны шириной 12—22 м, которые пахут всвал. Ширину загонов устанавливают в зависимости от уклона поля, водопроницаемости почвы и глубины обработки.

На глинистых и тяжелосуглинистых почвах с небольшим уклоном (0,02—0,05) ширина загонов составляет 10—12 м, на полях со средним уклоном (0,05—0,08) ширину загонов увеличивают до 15—22 м.

На полях с малым уклоном ($<0,01$) загоны пахут в направлении естественного уклона, а при большем уклоне — под углом к нему во избежание смыва почвы. Чтобы не допускать крутых поворотов агрегата, пахут одновременно два загона, например первый и третий, затем второй и четвертый и т. д. После вспашки поперек развальных борозд нарезают водоотводные борозды на расстоянии 50—100 м, которые должны быть соединены с осушительными каналами. Для лучшего отвода воды их делают параллельными направлению уклона поля.

Во избежание перемещения почвы ежегодно при вспашке меняют положение свального гребня и развальной борозды, сохраняя ширину загонов.

Для отвода воды из отдельных замкнутых понижений на полях проводят бороздование. Этот прием в целях борьбы с вымоканием особенно эффективен на посевах озимых культур и многолетних трав. Борозды нарезают выборочно бороздоделателем или окучником от места застаивания воды до осушительных борозд. Глубина борозд 16—22 см. На озимых культурах борозды нарезают одновременно с посевом.

Из-за больших потерь площади пашни бороздование не всегда экономически оправдано, и чаще всего его проводят выборочно.

Углубление пахотного слоя — эффективный прием окультуривания осушенных земель. Оно улучшает агрофизические свойства почвы, увеличивает аккумулирующую способность пахотного слоя, позволяет более продуктивно использовать запасы воды и питательных веществ. При его углублении улучшается воздушный режим почвы и активизируется деятельность почвенных микроорганизмов.

На хорошо гумусированных дерново-подзолистых и дерновых почвах со слабой степенью оглеения желательно углублять пахотный слой до 30—32 см путем постепенного припахивания 3—5 см почвы с одновременным внесением органических, минеральных удобрений и извести. На тяжелых почвах с сильной степенью оглеения применяют вспашку плугами с вырезными отвалами, двухъярусную вспашку или безотвальное рыхление.

Глубина вспашки болотных торфяных почв определяется мощностью торфяного слоя. При толщине торфяного слоя до 30 см вспашку проводят на всю глубину его залегания с предварительным фрезерованием верхнего слоя. Почвы с глеевым горизонтом дополнительно рыхлят безотвальными чизельными орудиями на глубину 38—40 см, не извлекая его на поверхность из-за сильной токсичности для растений. Последующее припахивание 3—5 см минеральной почвы нижележащих слоев к пахотному слою усиливает минерализацию торфа и закрепление гумусовых веществ. Такой способ углубления активизирует деятельность актиномицетов, целлюлозоразлагающих и аммонифицирующих бактерий, грибов, что улучшает питательный режим и окультуривание болотных почв.

На тяжелых почвах с плохой водопроницаемостью эффективно глубокое сплошное или полосное рыхление на 50—60 см. Оно улучшает фильтрацию воды и оптимизирует воздушный и водный режимы осушенных земель. Его проводят в направлении, перпендикулярном расположению дренажных линий, или под некоторым углом, что способствует лучшему оттоку избыточной воды из пахотного слоя. Расстояние между полосами рыхления на тяжелых почвах составляет 2,5—5 м, на легких почвах его увеличивают до 7,5 м.

Глубокое рыхление осуществляют после зяблевой вспашки при влажности почвы не более 70 % полной влагоемкости. Для повышения водопроницаемости почвы подпахотных слоев его сочетают с кротованием. Для этого используют рыхлители-кротователи РК-1,2, РК-1,2М.

Чтобы не снизить урожайность в первый год, после углубления пахотного слоя высевают однолетние травы, а по мере окультуривания почвы высевают и более требовательные к плодородию культуры: озимую рожь, картофель, лен и др.

Предпосевная обработка почвы на осушенных землях направлена на тщательное выравнивание поверхности поля и уничтожение всходов сорняков. При наличии понижений, западин и других неровностей проводят планировку поля. Она особенно эффективна под озимые культуры, а также на почвах тяжелого гранулометрического состава, на которых чаще всего растения страдают от вымокания.

Предварительно почву пахут или обрабатывают лемешными лущильниками на 12—14 см, затем ее обрабатывают планировщиками, волокушами, выравнивателями. Лучшее качество выравнивания достигается при диагонально-перекрестном способе движения агрегатов.

Для предпосевного выравнивания почвы используют выравниватели ВП-8, ВП-8А или комбинированные агрегаты РВК-3,6, РВК-5,4 и др. Выравнивание поверхности почвы перед посевом способствует равномерной заделке семян, появлению дружных всходов, предупреждает вымокание растений. Под мелкосеменные

культуры (лен, многолетние травы) целесообразно использовать культиваторы со стрельчатыми или ножевидными лапами, которые дополнительно оборудуют шлейфами. Такие агрегаты обеспечивают более равномерное рыхление и выравнивание почвы. На легких почвах проводят предпосевное прикатывание. На рыхлых торфяных почвах культивации заменяют боронованием и прикатыванием или обрабатывают почву лушильниками с малым углом атаки (15—17°) с одновременным шлейфованием или боронованием.

9.5. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОМ И КОРЕННОМ УЛУЧШЕНИИ ЛУГОВ И ПАСТБИЩ

Поверхностное улучшение лугов и пастбищ предусматривает систему мероприятий по повышению их продуктивности, улучшению качества кормов при полном или частичном сохранении естественной растительности. Его проводят на незакустаренных, незакопченых лугах, пастбищах.

К основным приемам поверхностного улучшения лугов и пастбищ относятся удаление древесно-кустарниковой растительности, не имеющей почвозащитного значения, уничтожение кочек, очистка угодий от камней и приносимого с водой на пойменные луга мусора, борьба с сорняками и омоложение травостоя путем дискования или фрезерования, внесения удобрений, подсева многолетних трав.

Наряду с этим обработка почвы может включать, например, кротование на переувлажненных лугах для отвода избыточной воды и улучшения аэрации почвы. На склоновых землях с тяжелыми почвами, не засоренных корнеотпрысковыми сорняками, проводят шелевание на 40—60 см с целью увеличения водопроницаемости и уменьшения стока воды, смыва почвы.

В лесной зоне древесно-кустарниковую растительность на лугах и пастбищах удаляют механическим или химическим способом.

Кустарник и мелколесье срезают кусторезами (МП-2Б, ПД-17, МП-8) или бульдозерами поздней осенью по мерзлой почве или в зимний период. Срезанную древесину сгребают в кучи, сушат и сжигают, на торфяных почвах ее вывозят с участка.

Мелкий кустарник высотой до 1—1,5 м на почвах с мощностью гумусового слоя не менее 22 см запахивают кустарниково-болотным плугом на глубину 25—27 см, чтобы пласт почвы полностью закрывал древесину. На торфяных почвах кустарник высотой 1,5—3 м запахивают на 30—32 см и более. Запаханый кустарник разлагается за 2—3 года в минеральной почве и за 3—4 года в торфяной.

Закустаренные осушенные торфяники обрабатывают фрезерными машинами МТП-42А, МТП-44Б, которые одновременно измельчают кустарник высотой 3—5 м, перемешивают его с почвой до глубины 35—45 см, уничтожают кочки и прикатывают почву. Для измельчения древесины и заделки ее в почву на глубину 23—25 см используют и фрезерные кусторезы ФКН-1,7.

Наличие разных видов кочек на лугах и пастбищах снижает их продуктивность, затрудняет уборку трав. Слабозадернелые, мелкие кротовые и муравьиные кочки уничтожают с помощью пастбищных борон, волокуш. Более крупные и сильнозадернелые кочки уничтожают с помощью болотных фрез, тяжелых дисковых борон, рельсовых волокуш. На торфяниках осоковые кочки высотой 40—70 см срезают кусторезами (КПД-2) или бульдозерами. Работы по уничтожению кочек проводят осенью или рано весной, чтобы не повреждать растения.

После уничтожения кочек поверхность луга выравнивают, прикатывают и подсевают травы.

Для улучшения воздушного режима и физических свойств почвы, активизации в ней деятельности микрофлоры при омоложении травостоя проводят боронование, дискование, фрезерование и другие приемы.

Омоложение травостоя на лугах с корневищными растениями осуществляют с помощью однократного фрезерования или двукратного дискования на 6—8 см с одновременным внесением удобрений и последующим прикатыванием почвы.

На лугах и пастбищах с легко- и среднесуглинистыми почвами при несомкнутом травостое почву рыхлят на глубину 5—6 см, используя пастбищные бороны типа ПБЛ-5. На пойменных заливных лугах с дерниной средней мощности и корневищными злаками обработку выполняют боронами БПШ-3,1, БМШ-2,3. Для обработки сенокосов и пастбищ с плотной дерниной, со средне- и тяжелосуглинистыми почвами на глубину 8—10 см в двух направлениях используют тяжелые дисковые бороны (БДТ-3, БДТ-7).

На пойменных лугах при отложении ила весной его рыхлят и выравнивают с помощью пастбищных борон; на суходолах с несомкнутым травостоем боронование проводят ранней весной для сохранения влаги.

Коренное улучшение предусматривает повышение продуктивности природных кормовых угодий за счет полной замены естественного травостоя посевами новых высокоурожайных сортов и видов многолетних трав. Коренное улучшение проводят при сильной изреженности травостоя лугов, пастбищ, когда в нем содержится менее 25—30 % ценных в кормовом отношении трав и при значительном покрытии (более 20 %) угодий кустарником, кочками, заболоченности территории.

Система мероприятий по коренному улучшению включает расчистку участка от кустарника, мелколесья, удаление пней, камней, уничтожение кочек, первичную обработку дернины, ее разделку, внесение удобрений, основную обработку почвы, предпосевную подготовку (выравнивание, планировка, прикатывание) и посев трав.

Первичную обработку почвы проводят для измельчения дернины, лишения ее жизнедеятельности, уничтожения сорняков, создания

глубокого пахотного слоя с высокой биологической активностью и благоприятными почвенными условиями для посева и роста трав.

Выбор приемов обработки зависит от типа луга, крутизны склона, мощности дернины и гумусового слоя, засоренности почв и других условий.

На низинных лугах, осушенных торфяниках и других угодьях, заросших мелким кустарником высотой до 2 м, вспашку без предварительного его среза проводят с полным оборотом пласта. Для этого используют кустарниково-болотные плуги ПБН-75, ПКБ-75, ПБН-6-50. Для лучшей заделки кустарника глубина вспашки должна быть не менее 25—27 см на минеральных почвах и 30—35 см на торфяных.

Сильнозадернелые луга и торфяники, свободные от кустарника, перед вспашкой обрабатывают болотными фрезами ФБН-1,5, ФБН-2, комбинированными фрезерными агрегатами АЗ-2,4, АЗ-3,6 или несколько раз дискуют на 8—10 см в перекрестном направлении тяжелыми дисковыми боронами. Измельчение дернины, торфяного слоя ускоряет их разложение и улучшает качество вспашки.

При запашке мощной дернины и кустарника в последующие 2—3 года проводят безотвальную обработку, чтобы не извлекать их на поверхность.

На слабозадернелых суходольных и пойменных лугах с мощностью гумусового слоя более 15—17 см целесообразна вспашка плугами с предплужниками на глубину гумусового слоя.

На низинных заболоченных лугах и почвах временного избыточного увлажнения с наличием оглеенного горизонта эффективна вспашка плугами с вырезными корпусами на глубину 32—35 см. При использовании этих плугов происходят оборачивание верхнего гумусового слоя (15—18 см) и одновременное рыхление подпахотного, что улучшает аэрацию и окультуривание почвы.

Безотвальная обработка целесообразна на суходольных лугах, расположенных на склоновых землях с малой мощностью гумусового слоя (менее 15—17 см), а также в районах с ветровой эрозией. Она включает многократную обработку дисковыми боронами на глубину гумусового слоя и (или) однократную фрезерную обработку. Затем проводят безотвальное рыхление на 30—35 см, используя рыхлители РВШ-0,8, чизельные орудия ПЧ-4,5, ПЧ-2,5. При глубоком рыхлении улучшаются физические свойства, водопроницаемость, накопление влаги.

Для защиты почв от эрозии склоновые земли с крутизной участка более 8° распаивают и залужают полосами шириной 15—20 м, чередуя их с нераспаханными. Через два года освоения, когда сеяные травы хорошо укоренятся, распаивают и залужают оставшиеся полосы.

После вспашки разделку пласта осуществляют многократным дискованием на глубину 14—16 см, используя тяжелые бороны в агрегате с зубowymi. Обработку ведут в поперечном и диагональном

направлениях по отношению к направлению вспашки. Интенсивное крошение пласта на некаменистых почвах осуществляют фрезы и фрезерные культиваторы КФГ-3,6. Перед посевом поверхность почвы выравнивают с помощью паровых культиваторов, зубовых борон, волокуш и прикатывают кольчато-шпоровыми катками, а на торфяных почвах — гладкими водоналивными катками.

Основную обработку почвы на суходольных лугах с нормальным увлажнением проводят осенью, а распашку пойменных земель — весной, после паводка.

Первичная обработка в лесостепной и степной зонах включает обработку дернины дисковыми орудиями, вспашку плугами с предплужниками на глубину гумусового слоя, чаще всего на 20—22 см. На землях, подверженных ветровой эрозии, для обработки почвы используют безотвальные плуги «параплау» со стойками СибИМЭ, а на легких почвах — культиваторы-плоскорезы. Глубина рыхления составляет 28—30 см.

Безотвальная послойная обработка эффективна и на мелких, и на среднестолбчатых солонцах с гумусовым слоем до 10 см. Она включает дискование дернины в 2—4 следа и глубокое (на 30—35 см) безотвальное рыхление.

Мелиоративные трехъярусные обработки на 35—45 см существенно повышают плодородие средних и глубокостолбчатых солонцов с близким залеганием гипса и карбонатов.

Глава 10

КОНТРОЛЬ ЗА КАЧЕСТВОМ ВЫПОЛНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

Уровень урожайности сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит от качества выполнения полевых работ, и в первую очередь от технического состояния почвообрабатывающих и посевных агрегатов и правильной их регулировки, от основной и предпосевной обработок, качества подготовленной к посеву (посадке) почвы и приемов по уходу за культурами в период вегетации.

Под *качеством выполнения работ* понимают степень соответствия параметров качества или сроков фактически выполненных отдельных приемов требованиям стандарта или агротехническим требованиям.

Качество выполнения каждого приема обработки почвы, посева и других определяют совокупностью показателей, характеризующих степень пригодности почвы для благоприятного роста культурных растений или выполнения последующих технологических операций. Оно в значительной мере определяется почвенными условиями, техническим состоянием и качеством регулировки почвообрабатывающих и посевных агрегатов, сроками выполнения работ и другими условиями.

Качество обработки почвы, посева и ухода за посевами оценивают с учетом выполнения агротехнических требований, установленных для каждого вида полевых работ. Оценку проводят по трех- или пяти-балльной системе: отлично, хорошо, удовлетворительно, плохо и очень плохо. Каждый прием оценивают отдельно и на основании суммы баллов дают общую оценку качества выполненной работы.

В производственных условиях работу оценивают хорошо, если она выполнена в срок с точным соблюдением всех агротехнических требований.

Удовлетворительной считают работу, выполненную в срок, с соблюдением основных агротехнических требований, но при этом отдельные показатели качества незначительно выходят за пределы допустимых отклонений и не оказывают существенного влияния на снижение урожайности.

Плохой считают работу, выполненную с грубым нарушением сроков агротехнических правил, что влечет сильное снижение урожайности. Такую работу бракуют и переделывают. В связи с этим качество всех видов полевых работ оценивают в начале их выполнения и сразу устраняют недостатки. Затем качество контролируют в ходе дальнейшего выполнения работы. Вторичное же выполнение работы требует больших трудовых и энергетических затрат.

10.1. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Лушение жнивья (стерни). К основным показателям качества относятся: срок выполнения работы, глубина рыхления и ее равномерность, степень подрезания сорняков и разрезание корневищ многолетних растений, гребнистость почвы, крошение обрабатываемого слоя и отсутствие огрехов, пропусков, необработанных полос. Наряду с этим учитывают соблюдение прямолинейности движения агрегата, глубину развальной борозды в стыке средних батарей, которая не должна превышать заданную глубину лушения.

Своевременность проведения лушения — важное условие качества выполнения этого приема обработки. Его проводят сразу после уборки зерновых культур, не позднее 1—2 дней, чтобы не иссушать почву. Глубина рыхления должна соответствовать заданной и не может превышать пределы допустимых отклонений — $\pm 10\%$. Ее измеряют в начале работы агрегата и в ходе ее выполнения. Проводят не менее 25 замеров на площади, равной сменному заданию агрегата, и определяют среднюю глубину лушения. Глубину определяют с помощью замера (линейкой или металлическим стержнем с делениями) расстояния от поверхности необработанной почвы до дна борозды.

При измерении глубины взлущенного поля необходимо полученную величину уменьшить на коэффициент вспушенности* 10—

* Коэффициент вспушенности определяют отношением средней глубины взлущенного слоя к средней глубине лушения.

15 %. О равномерности обработки судят по величине отклонения средней глубины лушения от заданной, которая не должна превышать $\pm 10\%$.

Степень подрезания сорняков устанавливают подсчетом числа неподрезанных растений на площадке 1 м². Учетные площадки накладывают по диагонали участка из расчета одна площадка на 10 га площади поля.

Наличие огрехов и необработанных полос выявляют визуально при осмотре поля.

Вспашка. Качество вспашки в значительной мере зависит от состояния поля во время его обработки, его размеров, конфигурации, а также от влажности почвы, технического состояния агрегата и других условий. Перед вспашкой поле освобождают от соломы, камней, измельчают растительные остатки кукурузы, подсолнечника, по необходимости проводят планировку поля. Лучшее качество рыхления и крошения обеспечивает вспашка при физической спелости почвы; при обработке сухой почвы образуется сильная глыбистость и требуются большие энергетические затраты.

В производственных условиях оценку качества вспашки проводят в начале выполнения работы и контролируют в ходе ее выполнения. Это позволяет своевременно устранить отдельные недостатки качества выполнения этого приема.

Основными показателями, по которым оценивают качество вспашки, служат: срок вспашки, глубина и ее равномерность, крошение почвы, глыбистость и гребнистость, качество выполнения свального гребня и развальной борозды, прямолинейность вспашки, степень заделки растительных остатков, удобрений, сорняков, отсутствие необработанных полос, огрехов и др.

Агротехнические требования, предъявляемые к вспашке

Оцениваемые показатели	Параметры допустимых отклонений
Отклонение средней глубины вспашки от заданной, %	± 10
Равномерность глубины вспашки ($S = 100 - K^*$), %	Не менее 90
Крошение почвы (доля комков диаметром более 5 см), %	10-15
Высота свального гребня, см	5-7
Глубина вспашки под свальным гребнем	Не менее половины заданной глубины вспашки
Заделка растительных остатков, сорняков, удобрений	Полная
Прямолинейность вспашки (отклонение от прямолинейности на 100 м гона), см	± 10
Необработанные полосы, клинья и другие огрехи	Не допускаются

* K — коэффициент вариации глубины обработки, равен S/\bar{x} , где S — стандартное отклонение, \bar{x} — среднее значение глубины вспашки.

Своевременность вспашки устанавливают путем сравнения установленного агротехнического срока с фактическим. Например, в центральных районах Нечерноземной зоны вспашку под озимые проводят сразу после уборки предшественника в течение 5 дней, не менее чем за 2—3 нед до посева озимых. Отклонение от агротехнического срока приводит к иссушению почвы, чрезмерной глыбистости, засорению поля и другим отрицательным последствиям.

Глубина вспашки должна соответствовать заданной, быть равномерной и находиться в пределах допустимых отклонений $\pm 10\%$ средней глубины от заданной. Исключение делают для первых двух проходов агрегата в свальном загоне. Глубину вспашки измеряют с помощью бороздомера или линейки путем замера расстояния от поверхности необработанной почвы до дна борозды. Для оценки проводят 25 замеров по нескольким проходам плуга по диагонали поля на площади, равной сменному заданию механизатора.

Свальные гребни и развальные борозды должны быть прямолинейными и малозаметными. Отклонение от прямолинейности хода агрегата не может превышать ± 10 см на 100 м гона. Глубина вспашки под свальным гребнем должна быть не менее половины заданной. Развальные борозды по окончании вспашки поля запахивают.

Крошение почвы определяют по отношению массы фракций комков размером менее 5 см к общей массе почвенной пробы и выражают в процентах. Размер отобранной почвы пахотного слоя составляет 40 x 30 x 30 см. О качестве крошения пласта судят по результатам глыбистости (Г), т. е. доли комков диаметром более 5 см (100—Г). Глыбистость определяют метровой рамкой, разделенной на мелкие квадраты (1 x 1 см), осуществляя 8—10 наложений по диагонали участка. Все глыбы диаметром более 5 см, находящиеся в рамке, замеряют по длине и ширине и вычисляют их площадь. О величине глыбистости судят по отношению суммарной площади глыб к площади рамки, выражая ее в процентах.

Слитность и гребнистость пашни означают, что высота всех гребней одинаковая, поверхность вспаханного поля без западин и возвышений, без ступенчатости в отдельных проходах агрегата. Определяют ее профилемером или с помощью мерного 10-метрового шнура, накладывая его поперек гребней, чтобы он копировал поверхность поля. Отношение удлинения шнура к его проекции дает

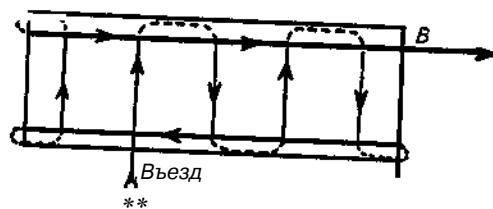


Рис. 43. Движение агрегата при заделке развальных борозд

коэффициент гребнистости. Гребнистость при вспашке яви в увлажненных районах или на склоновых землях имеет положительное значение, а при вспашке в засушливых районах, под озимые культуры и в глинистых почвах гребни разравнивают.

Все сорные растения, пожнивные и растительные остатки, удобрения, дернина должны быть запаханы при вспашке плугами с отвалами. Глубину заделки дернины определяют при помощи разреза почвы шириной 40 см поперек гребней, равного ширине захвата плуга на глубину вспашки.

Одну из стенок разреза делают отвесной, и по ней устанавливают верхнюю и нижнюю границы расположения запаханной дернины. По полученным данным строят профиль поперечного разреза почвы с указанием расположения заделанной дернины.

В производственных условиях качество заделки растительных остатков определяют визуально, подсчитывая количество незаделанной стерни, дернины на 100 м² или 1 га, которое не должно превышать 5 случаев.

Края полей и разворотные полосы должны быть вспаханы на ту же глубину, что и поле. Не допускаются пропуски между смежными проходами агрегата, невспаханные клинья и другие огрехи, а также вспашка вдоль склона, за исключением переувлажненных земель.

Оценка качества плоскорезной обработки почвы. Качество плоскорезной обработки почвы оценивают по следующим основным показателям: срок, глубина обработки и ее равномерность, степень крошения почвы, сохранение стерни на поверхности поля, соблюдение стыковых перекрытий в смежных проходах агрегата, гребнистость поверхности почвы и прямолинейность обработки (табл. 44).

44. Агротехнические требования к плоскорезной обработке почвы

Показатель	Глубина рыхления, см	
	8-16	25-27
Отклонение средней глубины обработки от заданной, %	± 10	± 10
Крошение почвы (доля комков диаметром 3—5 см при мелкой обработке и 3—10 см при глубокой), %	80	80
Степень сохранности стерни (за один проход плоскореза), %	85-90	70-80
Высота гребней, образуемых стойками рыхлителей, см	6	5
Ширина бороздок, образуемых стойками рыхлителей, см	15	15
Подрезание сорняков	Полное	Полное
Перекрытие смежных проходов агрегата, см	10	10

Своевременность выполнения работы, выбор орудий и установление глубины плоскорезной обработки определяют с учетом зональных особенностей, типа и влажности почвы, биологических особенностей культуры, проявления эрозии и других условий применительно к каждому хозяйству в соответствии с агротехническими требованиями.

Рыхление почвы выполняют в оптимальные сроки культиваторами-плоскорезами КПШ-9, КПШ-11 на глубину 8—16 см и плос-

корезами-глубокорыхлителями КПГ-2-150, КПГ-250, ПГ-3-100 до глубины 25—27 см. Доля комков, характеризующих степень рыхления размером 3—5 см при мелкой обработке (8—16 см) и 3—10 см при глубокой (25—27 см), должна составлять преобладающую часть в обрабатываемом слое при оптимальной влажности почвы.

Глубина обработки должна быть равномерной и соответствовать заданной. Допустимые отклонения средней глубины обработки от заданной не должны превышать допустимые отклонения при мелкой обработке $\pm 1-2$ см, при глубокой $\pm 2-3$ см. Измеряют глубину обработки по всей ширине захвата агрегата металлическим стержнем с делениями. Замеры проводят не ближе 30 см от следа прохода стойки плоскореза. Наибольшей точности достигают при 25—30 замерах по диагонали поля, на площади, равной сменному заданию (10 га).

Степень сохранения стерни на поверхности почвы при мелкой обработке (8—16 см) должна составлять 85—90 %, а при глубокой (25—27 см) — не менее 80—85 %. Для учета неповрежденной стерни на поверхности почвы отмеряют площадку длиной 10 м шириной, равной ширине захвата агрегата. На этой площадке измеряют ширину всех бороздок, оставляемых каждым рабочим органом плоскореза. Все измерения суммируют и определяют ширину следов стоек плоскореза, которую выражают в процентах к базисной длине.

Например, на площадке длиной 10 м суммарная ширина полос поврежденной стерни составляет 1,5 м, тогда степень сохранности стерни:

$$C = 100 - \frac{1,5}{10} \cdot 100 = 85\%.$$

При плоскорезной обработке корни сорняков должны быть подрезаны на глубине хода рабочих органов, обработанная поверхность поля выровнена. Гребни в стыке проходов рыхлительных лап допускаются высотой не более 5 см, а ширина борозд в местах прохода стоек лап — не более 15 см.

Не разрешены разрывы между смежными проходами агрегата, а также пропуски и необработанные полосы, клинья. Поворотные полосы должны быть обработаны на заданную глубину.

10.2. АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ И ПОДГОТОВЛЕННОЙ К ПОСЕВУ ПОЧВЕ

Подготовленная к посеву (посадке) почва должна соответствовать следующим агротехническим требованиям: быть мелкокомковатой и хорошо разрыхленной до глубины посева семян, иметь уплотненное ложе для семян. Сорняки необходимо полностью подрезать.

Показатели качества подготовленной к посеву почвы

Параметры допустимых отклонений

Отклонение средней глубины обработки от заданной, см	± 1
Равномерность обработки почвы по глубине (B^*), %	90 и более
Глыбистость (доля комков диаметром 3 см и более), %	Для озимых 15—20, для яровых 5—10
Высота гребней, см	Не более 4
Поверхность почвы	Вывороченная, мелкокомковатая
Подрезание сорняков	Полное
Наличие необработанных полос, клиньев и других огрехов	Не допускается

* Коэффициент выровненности $B = 100 - V$, где V — коэффициент вариации.

Глыбистость (доля комков диаметром 3 см и более) не должна превышать для увлажненных районов 15—20 %, для засушливых — 10 %. Наличие глыб площадью более 10 см² в посевном слое выше указанных пределов не допускается, так как это приводит к повышенному испарению влаги, неравномерной глубине посева семян, а вследствие этого к неравномерному созреванию культур и большим потерям при уборке.

При подготовке почвы оценивают качество подготовленной к посеву (посадке) почвы, а не отдельных приемов. Его оценивают непосредственно перед посевом культур.

Показателями качества предпосевной обработки являются сроки, глубина обработки и ее равномерность, глыбистость и крошение почвы, степень подрезания сорняков, отсутствие необработанных поворотных полос, клиньев и других огрехов.

Предпосевная обработка зависит от сроков посева; ее проводят перед посевом или в день посева.

Обязательное условие при подготовке почвы под посев — это тщательное разрыхление почвы до глубины заделки семян и выравнивание поверхности поля. В этих целях все предпосевные культивации проводят поперек или под углом к направлению вспашки. Повторные обработки осуществляют поперек предшествующих, что обеспечивает лучшее крошение и выравнивание почвы, на склоновых землях — поперек склона или по горизонталям местности.

Глубину взрыхленного слоя измеряют металлической линейкой или стержнем с делениями. Делают 25—30 замеров по диагонали поля и рассчитывают среднее значение. О равномерности глубины судят по отклонению средней глубины обработки от заданной или рассчитывают коэффициент выровненности.

Глыбистость и гребнистость почвы оценивают по той же методике, что и при вспашке.

Степень подрезания сорняков определяют наложением метровой рамки по диагонали участка и подсчетом неподрезанных сорня-

ков. Проводят не менее 10—15 учетов на площади, равной сменному заданию. Все сорняки должны быть подрезаны рабочими органами культиватора.

После завершения обработки поля культивируют поворотные полосы, края полей, не оставляя необработанных участков, гребней, углублений и других огрехов.

Поля, обработанные по противоэрозионной системе, должны иметь ветроустойчивую поверхность поля с сохранением на ней не менее 60 % пожнивных остатков.

10.3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОСЕВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Основными показателями качества посева (посадки) являются: соблюдение сроков посева, нормы высева семян, установленной глубины посева, стыковых междурядий; прямолинейность рядков, отсутствие просевов и огрехов и др.

Посев (посадку) необходимо проводить в оптимальные для культуры сроки, с учетом ее биологических особенностей. Культуры раннего срока посева высевают при температуре почвы на глубине заделки семян 4—6 °С, а поздние 10—12 °С.

Посев должен быть равномерным, с соблюдением установленной нормы высева, отклонения которой от заданной лежат в пределах $\pm 4\%$. Равномерность высева семян каждым высевающим аппаратом определяют по количеству высеянных семян, например, за десять оборотов колеса сеялки. Семена необходимо равномерно распределить в рядке на установленную глубину, уплотненное ложе и засыпать их рыхлой почвой. В этих условиях улучшаются контакт семян с почвой и влагообеспеченность прорастающих семян. Отклонение средней глубины посева для зерновых культур допускается не более ± 1 см, а для мелкосеменных культур (льна, горчицы, рапса и трав) — $\pm 0,05$ см. Нахождение семян на поверхности почвы не допускается.

Глубину посева измеряют путем вскрытия 2—3 рядков от передних и задних сошников сеялок, не идущих по следу трактора. Для этого сначала выравнивают поверхность и замеряют расстояние от поверхности почвы до высеянных семян. Проводят не менее 20 замеров по диагонали поля и несколькими проходами сеялки.

Более точно глубину посева измеряют цилиндром с вырезами через каждые 10 мм, в которые вставляют заслонки. Сначала цилиндр погружают в рядок глубже посева семян, затем, вынув его, расчленивают заслонками слои почвы высотой 10 мм и на ситах отделяют почву от семян.

При посеве прямолинейность рядков учитывают визуально или путем замера расстояния от рядка до прямой линии. Отклонение не должно превышать ± 10 см на 100 м гона, т. е. рядок должен вписываться в прямоугольник 100 x 0,2 м.

Наряду с этим оценивают точность соблюдения ширины стыковых междурядий. Допустимое отклонение у смежных сеялок составляет не более ± 2 см, а ширина стыковых междурядий в двух смежных проходах агрегата не должна отклоняться от установленной ширины междурядья более чем на ± 5 см.

Агротехнические требования к посеву

Оцениваемые показатели	Допустимые пределы отклонений
Отклонение средней глубины посева от заданной, %:	
для зерновых культур	± 15
для мелкосеменных культур и трав	± 5
Равномерность глубины заделки семян ($5 = 100 - V$), %	Более 90
Отклонение нормы высева семян от заданной, %	± 4
Отклонение ширины стыковых междурядий, см:	
у смежных сеялок	± 2
у смежных агрегатов	± 5
Прямолинейность рядков (отклонение от прямолинейности рядка на 100 м гона), см	± 10

Поворотные полосы, например, у зерновых культур сплошного посева и трав должны быть засеяны с той же нормой высева, что и на всем поле. Просевы, перекрытия и другие огрехи не допускаются.

Качество выполнения междурядной обработки оценивают по следующим показателям: срок обработки, глубина обработки, ее равномерность, степень крошения почвы, степень подрезания сорняков и отсутствие повреждения культурных растений.

Почву в междурядьях обрабатывают на такую глубину, чтобы не повредить корневую систему культуры, соблюдая защитную зону в рядках.

Поверхность почвы в обрабатываемой зоне должна быть хорошо разрыхленной, мелкокомковатой, выровненной (за исключением культур, требующих окучивания). Все сорняки в зоне прохода рабочих органов культиватора необходимо подрезать. Минеральные удобрения, вносимые при подкормке, хорошо заделывают в почву на установленную глубину. При окучивании необходимо влажную почву присыпать к стеблям растения. Не допускается повреждение культурных растений во время выполнения приемов ухода за ними. Контроль за качеством выполнения приемов по уходу за культурой осуществляют в начале работы и в ходе ее выполнения.

Контрольные вопросы и задания

1. Каковы задачи обработки почвы при различных уровнях интенсификации земледелия?
2. Раскройте агрофизические, биологические и экономические основы обработки почвы.
3. Какой вклад в развитие учения об обработке почвы внесли русские ученые?
4. Какие технологические операции и с какой целью проводят при обработке почвы?
5. Что понимают под приемом, способом обработки? Приведите примеры.
6. С какой целью и какими орудиями выполняют приемы основной и поверхностной обработки почвы?
7. Какое влияние на качество обработки оказывают

физико-механические свойства почвы? 8. Какова реакция культур на мощность создаваемого пахотного слоя? 9. Дайте обоснование приемов углубления и окультуривания пахотного слоя дерново-подзолистых, серых лесных, черноземных и каштановых почв. 10. Расскажите об эффективных приемах углубления и окультуривания пахотного слоя солонцовых почв. 11. Что понимают под системой обработки почвы? 12. Раскройте основные принципы построения системы обработки почвы в севообороте. 13. Дайте обоснование системы зяблевой обработки под яровые культуры после различных предшественников в разных зонах страны. 14. В чем сущность паровой и полупаровой обработок почвы и каковы условия их применения? 15. С какой целью и какими орудиями выполняют предпосевную обработку почвы под яровые зерновые и пропашные культуры? 16. Каковы особенности весенней обработки не вспаханных с осени полей? 17. Как осуществляют подготовку почвы под посев промежуточных культур? 18. Расскажите о том, как строится система обработки почвы под озимые культуры после различных предшественников в разных зонах страны. 19. Что понимают под минимальной обработкой почвы и каковы условия ее эффективного применения? 20. Какие агротехнические требования предъявляют к вспашке, плоскорезной обработке, посеву культур? 21. С какой целью и какими приемами выполняют послепосевную обработку почвы? 22. Каковы особенности обработки почв, подверженных водной, ветровой эрозиям? 23. Как строится система обработки почвы в орошаемых севооборотах, на осушенных землях? 24. Дайте обоснование норм высева, глубины, способов и сроков посева культур. 25. Какие агротехнические требования предъявляют к подготовленной к посеву (посадке) сельскохозяйственных культур почве?

РАЗДЕЛ V

ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Глава 1

РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ И ВРЕДНОСТЬ ЭРОЗИИ

История земледелия знает множество фактов разрушения и деградации почв под действием эрозии. По подсчетам ученых, за последние 200 лет эрозия уничтожила около 2 млрд га пашни. Это больше, чем сейчас, обрабатывается земель на планете (около 1,5 млрд га).

Слово «эрозия» происходит от латинского «erosio» — разъедание, разрушение почвы. Если этот процесс протекает под действием воды, то его называют *водной эрозией*, под действием ветра — *ветровой эрозией*, или *дефляцией*.

Наиболее вредоносная разновидность водной эрозии — *овражная эрозия* (оврагообразование, потеря площади), а ветровой — *пыльные*, или *черные, бури*, способные за несколько часов уничтожить посевы и снести верхний слой почвы, засыпать оросительные сети и водоемы.

В лесостепной и нередко в степной зонах России одновременно проявляются водная и ветровая эрозии — *совместная эрозия*. Схема ее примерно такова: весенний сток и смыл почвы -> иссушение -> распыление (при многократных обработках) -> дефляция (выдувание, развеивание, перенос) или сильное распыление почвы (в засушливые годы при многократных обработках) -> ливневый сток (летом) -> сильный смыл и размыв почвы. Нередки случаи, когда пахотный слой почти полностью смывается водой и уносится ветром. На сильно распыленных полях ветровую эрозию верхнего слоя можно наблюдать через несколько часов после дождя.

По темпам проявления и степени разрушительности эрозию почв разделяют на *нормальную* — снос и смыл почв не превышает темпа почвообразования и *ускоренную* — превышает. Нередко нормальную эрозию называют естественной, или геологической, а ускоренную — антропогенной. В районах искусственного орошения проявляется *ирригационная эрозия*, в горных — *сели*.

Районы распространения. Северная граница проявления ветровой эрозии проходит по линии Воронеж — Самара — Челябинск — Петрозаводск — Омск — Новосибирск и далее в Восточной Сибири (Хакасия, Бурятия, Тува, Читинская область). Все пахотно-пригодные земли и пастбища, расположенные южнее, требуют почвоза-

щитных мероприятий от ветровой эрозии. Потенциально опасны для развития ветровой эрозии регионы Поволжья, Северного Кавказа, Уральского района и Сибири, площадь сельскохозяйственных угодий которых составляет более 45 млн га, из них 28,7 га пашни.

В Российской Федерации, по данным земельного баланса, имеется 36,5 млн га сельскохозяйственных угодий, подверженных водной эрозии, в том числе 24,7 млн га пашни. Эрозионные процессы, вызываемые талыми и ливневыми водами, в основном проявляются в регионах лесостепной зоны. Наиболее активные очаги водной эрозии распространены в районах Центрально-Черноземной зоны, Поволжья, Центрального района, Северного Кавказа. Сток талых вод в этих районах достигает 80—100 мм.

В Нечерноземной зоне значительная часть сельскохозяйственных угодий расположена на склонах. По подсчетам Российского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии, в зоне на склонах до 7° расположено 34 % пашни, от 2 до 3° — 3, от 3 до 5° — 17, от 5 до 7° — 7 и более 7° — 3 %. На данной территории 38 % пашни эродировано, а 62 % находится в эрозионно опасном состоянии.

Можно вспомнить немало примеров, когда распространение эрозии на огромных территориях происходило быстро и приводило к истощению почв и разрушению земель. Разрушение и деградация земель сильно развиты в Канаде, Индии, Китае, Австралии, большинстве стран Африки, Европы и Азии. 300 лет назад южная граница Сахары проходила на 400 км севернее, чем сегодня.

В США в результате эрозии к середине 50-х годов было разрушено около 40 млн га пахотных земель, в том числе 20 млн га практически выведено из использования. В США в настоящее время полностью разрушено или серьезно повреждено около 115 млн га пахотной земли, а 313 млн га в различной степени подвержено эрозии.

В России интенсивное развитие и распространение эрозии почв началось во второй половине XIX в. Распашка земель за счет уничтожения лесов и травянистой растительности и низкий уровень агротехники в условиях равнинного рельефа привели к активному развитию и распространению эрозии. К таким регионам можно отнести Центрально-Черноземную зону.

В Центрально-Черноземной зоне России в 1846 г. под пашней находилось 41,2 % территории, под лесом — 20, под целиной — 23,2 %. К 1887 г. площадь пашни увеличилась до 69 %, а площади лесов и целинных земель сократились до 25,6 %. В 1914 г. распаханность территории уже составляла около 80 %, а площадь лесов сократилась до 6—7 %. В настоящее время удельный вес пашни в ряде районов достигает 90 % и более.

Изучив объективно существующие закономерности и причины распространения эрозии, можно не только ограничить, но и предотвратить проявление этого неблагоприятного явления.

Факторы развития эрозии. Степень проявления эрозии зависит от комплекса факторов: климата, почвенного и растительного покро-

вов, рельефа, геологии и хозяйственного использования земель.

Из климатических факторов на развитие водной эрозии наиболее существенное влияние оказывают осадки и режим их выпадения, особенно ливневые дожди, наиболее опасные в период недостаточного развития или отсутствия растительности на пашне (рис. 44).

За один ливень в зависимости от его интенсивности и крутизны склона с 1 га пашни смывается от 10 до 50 т почвы. Нередки случаи смыва почвы всего пахотного слоя, прироста оврагов до 30—50 м.

В Нечерноземной, Центрально-Черноземной зонах, в Поволжье, Западной Сибири и других регионах страны широкое распространение получила эрозия почвы от стока талых вод. Среднегодовой запас воды в снежном покрове здесь может достигать 100 мм и более. Эта огромная масса воды весной за 7—10 дней стекает с полей, разрушая почву вплоть до образования оврагов.

Противоэрозионная устойчивость почв является фактором развития эрозии и зависит от их физико-химических, водно-физических свойств и гранулометрического состава. Из физико-химических свойств почвы важнейшими являются содержание гумуса и состав поглощающегося комплекса. Рыхлое сложение почвы и увеличение водопроницаемости создают возможность уменьшения смыва и размыва почвы. Почвы с водопрочной структурой лучше противостоят механическому разрушению.

Один из важнейших факторов развития водной эрозии — *рельеф местности*. Установлено, что смыв почвы увеличивается прямо пропорционально уклону. При увеличении уклона почвы с 2 до 4° смыв почвы возрастает в 1,8 раза, а с 4 до 8° — в 7,2 раза. Значительное влияние на водную эрозию оказывает протяженность склона. По данным А. Д. Орлова, смыв почвы возрастает при удвоении линии стока с 50 до 100 м в 2,9—3,7 раза.

На размеры смыва почвы существенное влияние оказывают форма и экспозиция склонов. Южные склоны, как правило, эродированы больше, чем северные и северо-восточные. На склонах необходимо проводить контурную обработку почв (рис. 45).

Важные факторы, определяющие развитие эрозионных процессов, — генезис, тип почвы, противоэрозионные свойства которой определяются прежде всего ее гранулометрическим составом, содержанием гумуса, сложением, структурой, водопрочностью и т. д.

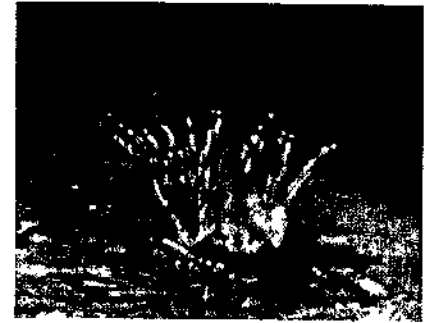


Рис. 44. Удар дождевой капли — основная действующая сила, разрушающая частицы почвы



Рис. 45. Контурная обработка почв на склоне

Более устойчивы к водной и ветровой эрозиям черноземы и дерново-подзолистые суглинистые почвы.

Растительный покров уменьшает или полностью предупреждает развитие эрозии и дефляции. Чем мощнее растительный покров, выше проективное покрытие почвы, тем слабее эрозионные процессы. Вегетативная масса, в основном листья, защищает почву от разрушительной силы дождевых капель, а корневые системы растений скрепляют почвенные частицы, препятствуют размыву и смыву почвы. Защиту почвы растениями от эрозии выражают *коэффициентом эрозионной опасности*.

Культуры	Коэффициент эрозионной опасности
Чистый пар	1,0
Пропашные	0,7-0,9
Яровые зерновые	0,4-0,5
Озимые зерновые	0,2-0,3
Многолетние травы	0,01-0,05
„, m «wI» M	

Наилучшими почвозащитными свойствами обладают многолетние травы (люцерна, клевер, кострец, ежа сборная, эспарцет и др.). Развитая вегетативная масса и мощная корневая система надежно предохраняют почву от эрозии и обогащают ее органическим веществом. На втором месте по почвозащитным свойствам стоят озимые культуры, на последнем — пропашные и чистый пар.

Различная *почвозащитная способность* сельскохозяйственных культур определяется их биологическими и агротехническими свойствами, а также режимом выпадения осадков. Например, в районах, где водная эрозия вызывается стоком талых вод, наибольшее противоэрозионное значение имеют многолетние травы, а там, где сток связан с июньскими и июльскими ливнями, хорошо защищают почву от эрозии озимые, яровые и зернобобовые культуры.

Таким образом, почвозащитная роль полевых культур в разные

фазы развития растений неодинакова. Это объясняется состоянием надземной фитомассы и корневой системы в эрозионно опасные периоды: в одну фазу растения могут защищать почву от эрозии хуже, в другую — лучше. Чем сильнее развита зеленая масса растений, полнее проективное покрытие, мощнее корневая система, тем надежнее защищена почва от эрозии.

Для определения почвозащитной способности возделываемых культур нужно вычислить средневзвешенное значение проективного покрытия в эрозионно опасный период (выпадение ливней):

$$P_{\text{срвзв}} = 100(P_1 S_1 + P_2 S_2 + P_3 S_3 + \dots + P_n S_n),$$

где $P_{\text{срвзв}}$ — средневзвешенное проективное покрытие почвы культурами севооборота, P_1, P_2, P_3, P_n — проективное покрытие почвы данной культурой, S_1, S_2, S_3, S_n — площадь, занимаемая данной культурой, % общей площади севооборота (или всей пашни)

По этой формуле можно определить средневзвешенное проективное покрытие почвы культурами по декадам или месяцам вегетационного периода, зная режим выпадения осадков и фазы развития растений.

Геологические условия территории также определяют потенциальную возможность и характер проявления эрозионных процессов. К ним относятся устойчивость пород, особенности их залегания, проявление различных экзогенных и эндогенных процессов. Например, лёссовидные суглинки алтайского Приобья, на которых залегает почвенный покров, очень легко размываются и разрушаются водными потоками. За короткий период здесь могут образовываться большие промоины, овраги, провалы и каньоны, с которыми впоследствии очень трудно бороться. Поэтому необходимо проводить почвозащитные мероприятия, не допускать разрушения почвенного покрова.

Хозяйственная деятельность человека влияет на состояние почвенного покрова, плодородие почвы и подверженность ее эрозии. К хозяйственным факторам, от которых прежде всего зависят появление и степень развития эрозионных процессов, относятся следующие:

общая организация территории (размещение полей и структура посевных площадей, лесных полос, дорожной сети, производственных помещений и других объектов);

применяемые способы основной и предпосевной обработок почвы и технологии возделывания культур (вспашка, безотвальная обработка, вдоль или поперек склона, степень уплотнения и распыления почвы, уход за посевами и чистыми парами и т. д.);

применение предупредительных противоэрозионных и почвозащитных мероприятий (почвозащитные севообороты, залужение, минимализация обработки почвы, агролесомелиорация, гидротехнические и другие противоэрозионные сооружения);

проведение мелиоративных работ (строительство мелиоративных систем, плотин, прудов и водоемов, дорожной сети, засыпка оврагов, карьеров).

Человек может улучшить или ухудшить состояние земельной территории хозяйства, его ландшафта. История человечества, деятельность людей и история земледелия взаимосвязаны и взаимобусловлены. Не соблюдая законов природы, бездумно выкорчевывая леса, чтобы получить пахотную землю, земледелец способствовал запустению многих территорий и образованию оврагов.

Например, на Кубе плантаторы, выжигавшие леса на склонах гор, вызвали сильное развитие водной эрозии. В течение одного поколения людей тропические ливни смыли незащищенный верхний слой почвы, оставив лишь обнаженные скалы.

В своей книге «Охрана природных ресурсов» О. Оуэн пишет, что при изучении истории пользования земель в древних цивилизациях Азии, Африки и Средиземноморья Европы обнаружено страшнейшее злоупотребление тем, что первоначально было ценным, животворным ресурсом. В свое время почвы этих областей были основой процветающего сельского хозяйства. Однако постепенно, по мере варварского отношения к земле, развилась сильная эрозия. Эти гордые империи слабели и рушились, а население их вымирало от голода или мигрировало.

Пустыни мира могут служить хорошей иллюстрацией того, что общество, если оно развивается стихийно, а не направляется сознательно, оставляет после себя пустыню.

Но можно привести очень много примеров, когда при правильном обращении с землей, опираясь на законы природы и земледелия, зная факторы, вызывающие эрозию и пути ее предупреждения, человек охраняет и целенаправленно повышает плодородие почв, продуктивность и устойчивость земледелия, увеличивает производство сельскохозяйственной продукции.

Факторы эрозии и дефляции проявляются не изолированно, а в том или ином сочетании и взаимодействии, т. е. в комплексе. Влияние такого комплекса факторов на развитие ветровой эрозии можно проследить на примере Кулундинской степи Алтайского края (по А. Н. Каштанову).

Природные условия

Факторы дефляции

Климат	Часто повторяющиеся (2—3 года из 5 лет) засухи. Ветры большой скорости (более 5 м/с) в период отсутствия растительности. Число дней со скоростью ветра 5 м/с 35—50. Резкая смена положительных дневных температур ночными заморозками
Рельеф	Пологоувалистый или ровный, при котором создаются благоприятные аэродинамические условия для ветра. Наличие ветроударных возвышений и коридоров
Почвенный покров	Легкие каштановые почвы, содержащие мало ветроустойчивых агрегатов. Низкая влагоемкость и водоудерживающая способность. Низкая связность. Раздельное частичное состояние (распыленность) пахотного слоя

Растительный покров

Большое количество открытых обрабатываемых земель (70—90 %). Преобладание в посевах однолетних культур (яровая пшеница, ячмень, овес, кукуруза). Недостаточно посевов многолетних трав (5—8 %). Отсутствие озимых. Отсутствие живого растительного покрова в течение 8—9 мес. Слабое развитие растений, низкое проективное покрытие. Изреженный растительный покров на естественных угодьях. Низкая облесенность территории (1,5—2 %)

Эти факторы в результате действия и взаимодействия обладают огромной разрушительной силой, способной за короткий срок вывести из строя большие площади.

Наиболее разрушительно совместное действие водной и ветровой эрозий, когда после бурного весеннего снеготаяния и стока талых вод, сопровождающихся сильным смывом и размывами, а также обезвоживанием почвы, наступает длительный (1—2 мес) засушливый период, во время которого может сильно проявиться дефляция (ветровая эрозия). Схему этого процесса можно представить следующим образом: снеготаяние → сток талых вод → смыв и размыв почвы → иссушение, дренирование почвенного покрова → распыление почвы обработками, ее обезвоживание → дефляция.

В ходе эрозионного процесса в почве происходят большие изменения. На эродированных почвах ухудшаются условия жизни культурных растений, дикой флоры и фауны, возникают проблемы охраны окружающей человека среды. Поэтому необходимо знать механизмы развития эрозии.

Механизм развития эрозии. Эрозионные процессы развиваются под влиянием воды, ветра и их взаимодействия. Механизм развития водной эрозии подробно изучен и описан в ряде работ (Соболев, 1948; Беннет, 1958; Гудзон, 1974; Заславский, 1979; Каштанов, 1974 и др.).

В качестве разрушительной силы здесь выступают капли дождя (ливня) и водный поток.

В современной отечественной и зарубежной практике широко применяют *эрозионный индекс осадков* — показатель, учитывающий кинетическую энергию дождевых осадков за определенный период максимальной интенсивности их выпадения. Этот период часто принимают за 30 мин. В этом случае эрозионный индекс осадков:

$$R = I_{30} E / 100,$$

где I_{30} — максимальная интенсивность дождя за 30 мин, мм/мин; E — кинетическая энергия дождя.

При оценке эрозионной опасности дождя по среднемноголетнему годовому эрозионному индексу очень важно знать месячное распределение эрозионных индексов. Иногда при малом годовом эрозионном индексе осадков опасность проявления эрозии выше, чем при большом.

Сток воды по почве может вызвать поверхностную и линейную эрозии. Смыв почвы часто называют плоскостной эрозией. Однако лучше применять термин «поверхностная эрозия», так как склоны земельных угодий не представляют собой идеальную поверхность. При поверхностной эрозии частицы почвы смываются с поверхности, а при линейной образуются струйчатые размывы почвы разной глубины.

Поверхностная эрозия мало заметна и поэтому очень опасна. Она наблюдается на полях, расположенных на склонах разной крутизны, практически каждый год. Обычно с 1 га пашни смывается от 5 до 25 т почвы в зависимости от условий. В ряде районов смыв достигает 30—50 т/га. Однако специалисты хозяйств часто ее не замечают. Между тем за несколько лет пахотный слой в таких хозяйствах может уменьшиться на половину или более и многие поля выйдут из использования.

Линейная эрозия сопровождается размывом почвы и образованием оврагов. Иногда глубокие струйчатые размывы (до плужной подошвы) достигают ширины 2—3 м. Размывы и промоины затем превращаются в овраги. Овражная эрозия получила широкое распространение в ЦЧЗ, Поволжье и ряде других мест. В отдельных районах ежегодный прирост оврагов превышает 10 м. Имели место случаи прироста оврагов до 300 м в год.

В результате поверхностной и линейной эрозий образуются смытые почвы с укороченным профилем. В зависимости от мощности смытого слоя выделяют слабосмытые, среднесмытые, сильносмытые и очень сильносмытые почвы.

Двум формам выпадения осадков (в виде дождей и снега) соответствуют два типа эрозии — от стока дождевых осадков и от стока талых вод. Они существенно отличаются друг от друга. Эрозия почвы от стока талых вод, как правило, охватывает большие территории. Ливневая эрозия, наоборот, обычно проявляется на ограниченной площади. Эрозионно опасный период от стока талых вод продолжается обычно 5—15 дней, а от ливней — несколько часов. Эрозия от стока талых вод проявляется весной, когда значительные площади не покрыты растительностью, а ливневая эрозия наблюдается летом, в период развития посевов, защищающих почву.

Поверхностный сток временных водных потоков может образоваться не только дождевыми и талыми водами, но и видами орошения, выклинивающимися подземными водами.

Существует классификация водной эрозии. В основу классификации положены тип поверхностного стока воды и форма проявления эрозии (рис. 46).

Сток талых вод в основном определяется запасами воды в снежном покрове и интенсивностью снеготаяния. В северных областях Центрально-Черноземной зоны он составляет 80—90 мм, в южных — 40—50, на Приволжской возвышенности — 30—60, в Центральном районе (Московская, Тульская, Рязанская области) — 90—100 мм.

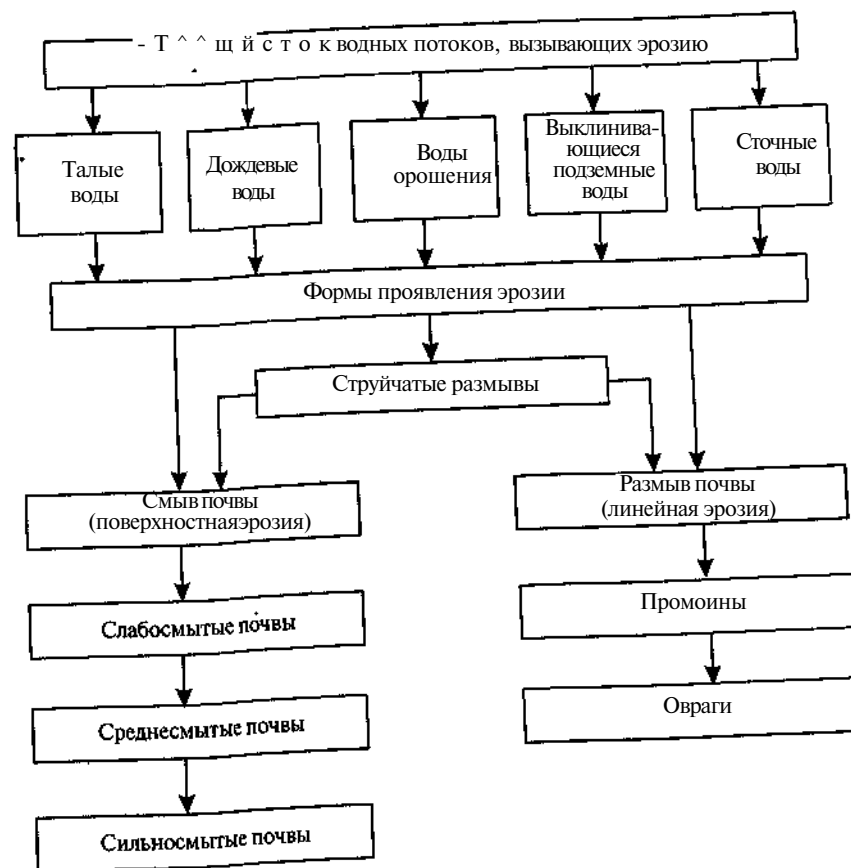


Рис. 46. Классификация эрозии почв

Эродирование почвы ветром. Механизм развития дефляции представляет физический процесс, протекающий при взаимодействии воздушного потока с поверхностью почвы. Закономерности и механизм взаимодействия ветра с почвой изучены как отечественными, так и зарубежными учеными и служат теоретической базой для разработки эффективных приемов защиты почв от ветровой эрозии. Наиболее легко по поверхности перемещаются почвенные агрегаты диаметром 0,1—0,5 мм, которые под воздействием ветра приобретают движение с частотой вращения 200—1000 мин⁻¹. Агрегаты размером от 0,6 до 1 мм передвигаются перекатываясь, трутся друг о друга, ударяются, разрушаются, и количество комочков, наиболее эрозионно активных (0,1—0,5 мм), увеличивается.

Для передвижения агрегатов почвы крупнее 1 мм необходима скорость ветра свыше 11 м/с на высоте 0—15 см. Скорость воздуш-

ного потока, при котором начинают передвигаться почвенные агрегаты, характеризуется следующими параметрами:

Размеры агрегатов, мм	Скорость ветра, м/с
0,25	3,8
0,25-0,5	5,3
0,5-1	6,8
1-2	11,2
2-3	13,1
3-5	17,6

Анализ структурного состава почвы из эоловых (наносных) отложений и в пылеуловителях во время пыльных бурь показал, что в мелкоземе содержалось 92—95 % частиц мельче 1 мм в диаметре и лишь 5—8 % комочков крупнее 1 мм (табл. 45).

45. Структурный состав наноса и мелкозема из пылеуловителей, %
(по Бараеву, Госену, 1980)

Образцы	Содержание фракций, мм						
	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25	>1	<1
Эоловых отложений	0,5	7,6	42,8	30,7	18,4	8,1	91,9
Мелкозема из пылеуловителей	0,5	4,9	13,3	45,5	35,8	5,4	94,6

Частицы почвы менее 1 мм в диаметре эрозионно опасные, крупнее 1 мм — ветроустойчивые, почвозащитные. Устойчивость почвы к ветровой эрозии можно оценить по комковатости поверхности, т. е. по наличию ветроустойчивых агрегатов. При количестве почвозащитных комочков меньше 50 % воздушно-сухой почвы происходит процесс выдувания, поэтому эту степень комковатости считают критической, т. е. эрозионно опасной. Порог устойчивости почвы к ветровой эрозии, если на ее поверхности нет пожнивных остатков, наступает при комковатости в пределах 50—55 %, т. е. при соотношении в верхнем слое почвы почвозащитных и эрозионно опасных агрегатов 1:1.

Таким образом, ветровая эрозия зависит от степени распыленности верхнего слоя почвы и скорости ветра. Сильное распыление 5-сантиметрового слоя почвы обычно является следствием излишней механической обработки и перетиранья почвенных частиц ходовыми системами тракторов, комбайнов и автомобилей во время проведения полевых работ.

Ветровая эрозия может сопровождаться пыльными бурями, которые разрушают и уносят (частично или полностью) пахотный слой на большие расстояния.

Наиболее часто пыльные бури происходят в Западной Сибири, на Северном Кавказе и в Поволжье на легких почвах. Особенно сильными они были в 1892, 1928, 1960, 1965 и 1969 гг.

Ветровая и водная эрозии неодинаково влияют на агрофизичес-

кие и агрономические свойства почвы. Ветер, как правило, разрушает и уносит (переносит) верхние (5—10 см) слои почвы. Вода же, с одной стороны, растворяя, а с другой, транспортируя частицы почвы, проникает в более глубокие горизонты и смывает верхние слои, растворяет и уносит (промывая или смывая) питательные вещества.

Рассмотрим схемы изменения водного и пищевого режимов при водной и ветровой эрозиях.

Схема изменения водного режима почвы
при водной и ветровой эрозиях

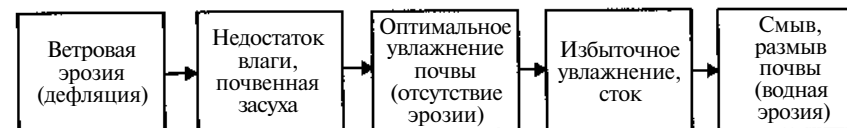
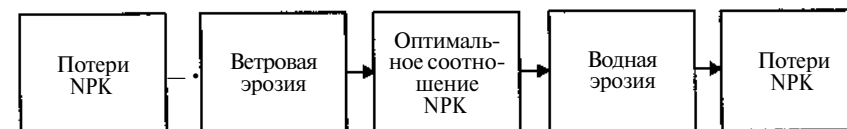


Схема изменения содержания питательных веществ
при водной и ветровой эрозиях



Для почв степных районов, подверженных дефляции, обычно характерен дефицит фосфора, а для почв, подверженных водной эрозии, — азота и других подвижных питательных веществ. Потери гумуса и питательных веществ (азота, фосфора, калия, микроэлементов) со временем накапливаются и зависят от типа почв и силы проявления эрозионных процессов.

Механизм совместного проявления водной и ветровой эрозий. Наиболее сложной формой эрозионных процессов является *совместная эрозия* — одновременное проявление водной и ветровой эрозий. Совместная эрозия чаще всего наблюдается на угодьях Северного Кавказа, ЦЧЗ, Поволжья, Зауралья, Западной и Восточной Сибири. Механизм ее действия объединяет процессы и энергию водной и ветровой эрозий. Поэтому последствия могут быть очень тяжелыми (быстрый рост оврагов, сильное выдувание почвы).

Совместная эрозия может проявляться при одновременном сочетании следующих факторов: переувлажнение почвы — сток воды — смыл; размыв — иссушение — распыление — выдувание. В районах с устойчивым и значительным снежным покровом эрозия в весенний и летний периоды чаще всего идет по схеме: снеготаяние — переувлажнение почвы — сток талых вод — смыл и размыв почвы — иссушение — распыление — дефляция. В районах с малоснежными зимами, сухой весной и влажным летом (максимум осад-

ков) процесс обычно развивается в таком порядке: иссушение и распыление почвы — дефляция — ливень — сток — смыв и размыв почвы (водная эрозия).

Действуя совместно, водная и ветровая эрозии усиливают свою разрушительную силу. Так, в наиболее эрозионно активные годы в течение 2—3 мес совместного проявления водной и ветровой эрозий прирост оврагов составлял 30—50 м и более с последующим выдуванием пахотного слоя до 3—5 см.

Совместное действие водной и ветровой эрозий ведет к сильному разрушению почвенного покрова: уменьшению мощности гумусового горизонта, снижению содержания в почве гумуса и питательных веществ, ухудшению структуры и связанных с ней агрономически наиболее важных свойств почвы — водопроницаемости, порозности, влагоемкости, водоудерживающей способности, водного и питательного режимов.

По мере развития водной и ветровой эрозий почва теряет свои первоначальные свойства, плодородие снижается, что приводит к падению урожая и снижению содержания в растении питательных веществ. Степень эродированности почвы определяется показателями (размерами) сокращения глубины гумусового горизонта, потерь гумуса и питательных веществ. В зависимости от смывости и выдувания выделяют элабоэродированные, среднеэродированные, сильноэродированные, очень сильноэродированные почвы.

Существует несколько классификаций по степени эродированности почв и по уменьшению содержания в почве гумуса. М. Н. Заславский предложил классификацию, в основе которой лежит уменьшение содержания гумуса в верхнем слое почвы.

Классификация эродированных почв

Категории смывистости почв	Уменьшение содержания гумуса в верхнем слое по сравнению с несмытой почвой, %
I. Слабосмытые	10-20
II. Среднесмытые	20-50
III. Сильносмытые	>50
IV. Очень сильносмытые	>75

С. С. Соболев предложил классификацию в зависимости от степени смывистости гумусового горизонта почвы.

I. Слабосмытые — смыто не более половины гумусового горизонта.

II. Среднесмытые — смыто более половины гумусового горизонта.

III. Сильносмытые — частично смыт переходный или иллювиальный горизонт.

IV. Очень сильносмытые — полностью смыты гумусовый и переходный, или иллювиальный, горизонты; распаивается материнская порода.

Эти классификации требуют уточнения, потому что они не увязаны с пахотным слоем почвы. Вряд ли следует относить к средне-смытым почвы, у которых смыто до половины гумусового горизонта. Гумусовый горизонт может колебаться в широких пределах.

Для дефлированных почв А. Ф. Родомакин предложил выделять следующие категории эродированности:

I. Слабодефлированные — выдута до 20 % гумусового горизонта.

II. Среднедефлированные — » 20—40 % ».

III. Сильнодефлированные — » 40—60 % ».

IV. Весьма сильнодефлированные — » более 60 % ».

При определении степени эродированности (дефлированности) за эталон принимают профиль почвы данного типа, не затронутый водной или ветровой эрозией (полнопрофильные почвы).

Ущерб, причиняемый эрозией почв. Эрозия почв, если ее вовремя не предотвратить, — большое экономическое и экологическое бедствие, которое грозит полным выведением ценных земель из оборота и их деградацией. Эрозия наносит большой ущерб не только сельскому, но и всему народному хозяйству. В разных зонах и при различной интенсивности эрозионных процессов ущерб от эрозии неодинаков, однако можно составить общую схему слагаемых ущерба.

Это — снижение потенциального плодородия почв, ухудшение химических и агрофизических ее свойств, водного режима, снижение биологической и ферментативной активности и в конечном итоге снижение урожайности и ухудшение качества продукции.

Более 100 лет назад выдающийся русский ученый В. В. Докучаев с тревогой отмечал, что снижение плодородия черноземов, рост оврагов, засухи и голод — прямое следствие неправильного использования земель. Он первым предложил научно обоснованный комплекс мер по предотвращению этих явлений.

Сейчас эрозионные процессы в той или иной степени наблюдаются практически во всех основных зонах страны: водная эрозия — в северных лесостепных, предгорных и горных районах, совместная — в лесостепных и предгорных, ветровая (дефляция) — в степных районах.

Если на эрозионно опасных землях не будут применяться почвозащитные меры, суммарная годовая потеря почвы только от смыва может достигать, по расчетам М. Н. Заславского, 7 млрд т. Известно, что потери гумусового слоя во время пыльных бурь составляют от 1 до 10 см. Для сравнения следует отметить, что на создание 1 см гумусового слоя в обычных природных условиях требуется 100 лет и более.

По данным В. А. Беляева, в нашей стране в результате смыва с полей и пастбищ ежегодно теряется около 5,4 млн т азота, 1,8 млн т фосфора и 36 млн т калия. По подсчетам академика РАСХН В. Д. Панникова, при утрате 1 мм слоя южного чернозема с 1 га теряется 76 кг азота, 24 кг фосфора, 80 кг калия, а для выращивания 1 т зерна требуется в среднем 66 кг азота, 20 кг фосфора и 26 кг калия.

Если принять, что в пахотном слое содержится в среднем 0,2 % азота, 0,2 % фосфора и 2 % калия, то при годовом смыве почвы, равном 4 млрд т, суммарная потеря этих элементов составит около 100 млн т.

По данным американских исследователей, в результате эрозии почва теряет в 20 раз больше элементов питания растений, чем их выносятся с урожаем.

В ряде зон современные темпы смыва пахотных почв опережают почвообразование. Поданным Ф. К. Шакирова, в год формируется 0,6 т/га почвы, а смыв составляет 3—7 т/га, превышая почвообразование в 5—15 раз. В отдельные годы интенсивность годового смыва почвы может достигать 50 т/га. Потери почвы в садах и виноградниках могут составлять 30 т/га и более, а в чистых парах — 60—150 т/га и более.

В условиях проявления эрозионных процессов в значительной степени изменяются агрономические свойства почв. С увеличением эродированности возрастает плотность почвы; она меньше удерживает влаги, уплотняется, ухудшается ее тепловой режим. Потеря глинистых и илистых частиц приводит к обеднению почвы коллоидами, играющими решающую роль в структурообразовании. Чем сильнее смыва почва, тем меньше в ней водопрочных агрегатов.

В результате эрозии происходят наибольшие потери гумуса, содержание и запасы которого с увеличением смывости почв значительно сокращаются (табл. 46).

46. Запасы гумуса в слое почвы 0—50 см разной степени смывости, т/га

Почва	Степень смывости почвы			
	несмытая	слабосмытая	среднесмытая	сильносмытая
Темно-серая лесная	153,7	134,9	88,8	65,4
Чернозем обыкновенный	249,0	225,0	117,0	83,0
Чернозем южный	246,6	196,9	168,3	123,3
Каштановая	220,0	178,0	125,0	55,0
Бурая лесная	144,0	117,0	—	69,0

По данным Почвенного института им. В. В. Докучаева, запасы гумуса лучших в мире русских черноземов за 70 лет после распашки уменьшились почти на 250 т/га, водоудерживающая способность их сократилась на 500—600 т/га, а потенциальная урожайность — на 0,5—0,6 т/га сухого зерна в год. В Московской области в АО «Каширский» на поле картофеля без противоэрозионной обработки при интенсивной эрозии смыв почвы за сезон составил 196 м³/га. При этом потери гумуса с 1 га составили 8,7 т, азота 44,3 кг, фосфора 41,7 кг и калия 65,2 кг.

Эрозия почвы приводит к изменению качественного состава гумуса, в котором отношение гуминовых кислот (ГК) и фульвокислот (ФК) сдвигается в сторону последних.

Уменьшение запасов гумуса, доступных питательных веществ,

ухудшение физических свойств большинства эродированных почв обуславливают пониженную их биологическую активность. При изучении биологической активности эродированных черноземов получены следующие результаты (табл. 47):

47. Микробиологическая активность эродированных черноземов

Степень смывости почвы	Количество бактерий, млн/г почвы	Количество выделившегося CO ₂ , мг/100 г почвы
Несмытая	5,85	46,25
Слабосмытая	4,77	38,40
Среднесмытая	2,07	17,93
Сильносмытая	1,42	11,47

На эродированных склоновых землях в значительной степени изменяется фитосанитарный потенциал. На них развивается характерный агрофитocenоз, значительно отличающийся от равнинных земель. На смытых почвах увеличивается засоренность, повышается зараженность корневыми гнилями.

Из-за ухудшения физических свойств эродированных почв (уменьшение количества структурных агрегатов, связности, водопоглотительной и водоудерживающей способности) снижается их способность усваивать талые и дождевые воды. В связи с этим коэффициент стока в них нередко возрастает до 0,8—0,9. Значительная часть осадков стекает со склонов. Кроме того, на эродированных почвах с плохими физическими свойствами увеличиваются потери влаги на испарение.

Подсчитано, что с годовым склоновым стоком уходит до 60—80 млрд м³ воды, что порождает почвенную засуху. На фоне «эрозионной засухи» часто проявляется дефляция, или ветровая эрозия почвы.

В результате ухудшения агрономических свойств эродированных почв больших потерь гумуса, питательных веществ и воды от эрозии урожайность сельскохозяйственных культур снижается. Принято считать, что на слабосмытых почвах урожайность уменьшается на 10—30 %, на среднесмытых — на 30—50 %, на сильносмытых — на 50—70 %.

Снижение урожайности зависит от степени смывости, генетического типа почв, погодных условий, состава возделываемых культур, агротехники и многих других факторов.

Различные культуры проявляют неодинаковую чувствительность к смывости почв (табл. 48).

48. Урожайность сельскохозяйственных культур на почвах разной степени эродированности, % несмытой почвы

Культуры	Слабосмытые почвы	Среднесмытые почвы	Сильносмытые почвы
Озимая пшеница	85—90	50—60	30—35
Озимая рожь	85—90	55—60	35—40
Яровая пшеница	70—80	40—50	15—20

Культуры	Продолжение		
	Слабосмытые почвы	Среднесмытые почвы	Сильносмытые почвы
Ячмень	80-85	45-55	30-40
Овес	80-85	55-60	30-45
Кукуруза	80-85	60-70	50-60
Горох, вика	85-95	60-70	50-60
Сахарная свекла, картофель	80-90	30-40	10-15
Подсолнечник	70-80	40-50	20-30
Викоовсяная смесь	85-90	65-70	35-45
Суданская трава	80-90	55-60	30-40
Многолетние травы	90-95	85-90	60-75

С эродированных сельскохозяйственных угодий ежегодно в целом по стране недополучают $U_3 - 1/4$ валового сбора продукции растениеводства.

Однако ущерб, наносимый водной и ветровой эрозиями, не ограничивается этими потерями. В результате поверхностного смыва и размыва почвы ухудшаются микро- и нанорельеф, водный режим на пахотных землях, заиливаются многие реки и озера, снижается продуктивность естественных кормовых угодий и т. д.

В результате эрозионных процессов снижаются устойчивость и продуктивность земледелия, рентабельность всего сельскохозяйственного производства.

Глава 2

КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ

2.1. РАЗРАБОТКА И ОСВОЕНИЕ ПОЧВОЗАЩИТНОГО КОМПЛЕКСА

Совместный комплексный подход к защите земель от эрозии особенно необходим в условиях развивающейся интенсификации (химизация, мелиорация, комплексная механизация, современные технологии) сельского хозяйства и возрастающих нагрузок на почву.

Почвозащитный комплекс должен органически входить в ландшафтную систему ведения хозяйства. При этом чем интенсивнее использование земли в хозяйстве, тем на более высоком уровне должна проводиться комплексная защита почв от эрозии.

В регионах активного проявления ветровой и водной эрозий почвозащитные мероприятия — обязательная составная часть каждого звена системы земледелия (агролесомелиорация, севообороты, система обработки почвы, удобрения и др.).

Учитывая то, что практически все почвы при определенных условиях могут подвергаться ветровой и водной эрозиям или их совместному действию, системы земледелия во всех районах страны должны быть почвозащитными. Если принять во внимание, что водная, ветровая, а также совместная эрозии начинаются прежде

всего с нарушения водного режима почвы, то все системы земледелия должны быть почвоводоохранными. Это требование правомерно и для регионов достаточного увлажнения, так как здесь тоже остро стоит проблема влагоурегулирования, управления водным режимом почв и влагообеспеченности посевов.

Противозащитный комплекс включает систему взаимоувязанных и дополняющих друг друга организационных, агротехнических, лесомелиоративных, водохозяйственных и гидромелиоративных мероприятий. Для каждой почвенно-климатической зоны с учетом местных условий, прежде всего типа и степени проявления эрозии, разрабатываются свои почвозащитные мероприятия. Система ведения хозяйства и почвозащитный комплекс должны максимально учитывать природную экологическую и эрозионную обстановку:

- общее состояние земельной территории (ландшафта) хозяйства, района, области, края, республики по подверженности эрозии;

- характер почвенного покрова и потенциальную опасность подверженности его эрозии;

- особенности рельефа местности (равнинный, слабо-, средне-, сильнопересеченный и т. д.);

- растительный покров (облесенность, наличие естественных сенокосов и пастбищ, задерненность, структура посевных площадей на пахотных землях);

- особенности климата (осадки, температурный, ветровой режимы и др.);

- хозяйственную деятельность человека (специализацию, систему земледелия, способы обработки почвы, применение удобрений, техники и т. д.);

- экономические, социальные и экологические последствия.

При разработке комплекса мер по борьбе с эрозией почв следует руководствоваться Указаниями по проектированию противоэрозионных мероприятий. В них изложены основные принципы проектирования противоэрозионных мероприятий:

- взаимоувязанность почвозащитных мер на всей территории проявления эрозии (водосборный бассейн, административный или географический район). В зонах проявления *водной эрозии* почвозащитные мероприятия проектируют и проводят в границах водосборных бассейнов в следующей последовательности: от водораздела до подножия склона, от водораздельной линии овражно-балочной системы до ее устья. В зонах проявления *ветровой эрозии* комплекс противоэрозионных мероприятий должен охватывать весь эрозионный район (группу взаимосвязанных хозяйств или административных районов). В зонах *совместного проявления водной эрозии и дефляции* должны выполняться оба предыдущих требования;

- зональность противоэрозионных мероприятий, обеспечивающая наиболее полный учет местных природно-экономических условий деятельности хозяйства. При этом необходимо исходить из

передового опыта и рекомендаций зональных научно-исследовательских учреждений по борьбе с эрозией почв. Вопрос о целесообразности применения того или иного противоэрозионного приема в каждом конкретном случае должен решаться на основе всестороннего учета экологических условий — климата, рельефа, особенностей почвенного покрова и экономических возможностей хозяйства;

комплексность почвозащитных мероприятий, предусматривающая, как отмечалось, одновременное применение в необходимых соотношениях взаимоувязанных мер (организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных, гидротехнических) по предупреждению и ликвидации эрозионных процессов;

экономичность почвозащитных мер, обеспечивающая получение наибольшей эффективности от применения того или иного приема при минимальном отводе ценных земель, наименьших затратах труда и средств на их осуществление.

Порядок проектирования противоэрозионных мероприятий включает:

составление генеральных схем комплекса противоэрозионных мероприятий для области, края, республики;

составление схем противоэрозионных мероприятий по почвенно-эрозионным зонам и районам, включающим взаимосвязанные хозяйства и административные районы;

разработку противоэрозионных комплексов на хозяйство;

разработку проектно-сметной документации на строительство гидротехнических, водохозяйственных сооружений и создание защитных насаждений.

При разработке схемы комплекса противоэрозионных мероприятий для области, края, республики проводят почвенно-эрозионное районирование, выделяют зоны и районы, сходные по характеру (типу) проявления эрозионных процессов и комплексу намеченных почвозащитных приемов.

Определяют виды, объемы, сроки выполнения и стоимость работ по защите почв от эрозии.

На основе схемы разрабатывают перспективные и ежегодные планы проведения комплекса противоэрозионных мероприятий. Каждое хозяйство должно иметь собственный проект и перспективный план проведения почвозащитных мероприятий и мероприятий по повышению плодородия эродированных земель. В планах на каждый год намечают объемы и сроки проведения противоэрозионных работ. Агротехнические мероприятия переносят в технологические карты, которые составляют и рассматривают перед началом весенне-полевых работ.

Подробное ознакомление механизаторов с планами и технологиями проведения противоэрозионных работ способствует более успешному их выполнению. Руководители, агрономы, управляющие отделений, бригады должны контролировать проведение всех противоэрозионных мероприятий.

Перед составлением проекта комплекса мероприятий по защите от эрозии проводят большую подготовительную работу: подбирают и тщательно изучают материалы внутрихозяйственного землеустройства, почвенные и агрономические карты, карты рельефа, крутизны склонов, данные о количестве и характере выпадающих осадков, размерах стока талых вод, развитии ветровой и водной эрозий. При анализе материалов важно установить соответствие структуры посевных площадей, севооборотов, агротехнических и других приемов земледелия местным почвенно-климатическим условиям и их противоэрозионную эффективность.

Для более глубокого изучения эрозионных процессов специалисты хозяйств проводят полевое комплексное обследование всей территории. По результатам этого обследования земли классифицируют по опасности развития эрозионных процессов, степени пригодности их для сельскохозяйственного использования.

Согласно Указаниям по проектированию противоэрозионных мероприятий все земли делят на три класса и девять категорий.

Класс А — земли, пригодные для интенсивного использования в земледелии. Сюда входят 4 категории пахотных земель.

I. Не подверженные ветровой и водной эрозиям. На них не проводят специальные противоэрозионные мероприятия. Здесь применяют севообороты, системы удобрения и защиты растений, рекомендованные зональными научно-исследовательскими учреждениями.

II. Подверженные слабой эрозии. В эту категорию входят несмытые и слабосмытые почвы с уклоном 1—3°. Такие земли используют в полевых севооборотах. Для предотвращения ветровой и водной эрозий, регулирования поверхностного стока талых и ливневых вод применяют основную обработку и посев поперек направления эрозионно опасных ветров и склонов.

III. Подверженные эрозии в средней степени (слабо-, среднедефлированные и смытые почвы). Они расположены на склонах 3—5°, слабо расчленены ложбинами и промоинами. Эрозия вызывается водой, стекающей с земель, расположенных выше по склону. Эти земли используют в полевых и почвозащитных севооборотах; на них необходимо применять противоэрозионные технологии и лесомелиоративные мероприятия.

IV. Подверженные сильной эрозии (среднедефлированные и смытые почвы). К ним относятся земли на склонах 5—7°. Поверхность склонов расчленена промоинами и ложбинами. На таких землях необходима специальная организация территории: почвозащитные севообороты, полосное размещение культур, буферные полосы и другие приемы. Можно применять гидротехнические мероприятия.

Класс Б — земли, пригодные для ограниченной обработки.

V. Подверженные очень сильной ветровой и водной эрозиям (средне-, сильносмытые и дефлированные почвы). Они примыкают к

овражно-балочной сети, с уклоном 7—9°, непригодны для систематического возделывания полевых культур. К этой категории земель относят пастбища и сенокосы, а также сильноэродированную пашню. Их нужно включать в почвозащитные севообороты, вплоть до сплошного залужения.

Класс В — земли, непригодные для обработки.

VI. Берега и дно балок, сильнодефлированные площади. Используют под сенокосы и пастбища с ограниченным и нормированным выпасом скота.

VII. Крутые склоны балок, пригодные для пастбищ при условии строгого нормирования выпаса и поверхностного улучшения.

VIII. Участки, непригодные для земледелия. Используют для лесоразведения.

IX. Участки, непригодные для земледелия, сенокосения, выпаса скота и лесоразведения. Подлежат рекультивации.

В соответствии с классификацией эродированных земель в каждом конкретном хозяйстве устанавливают состав и соотношение угодий, намечают их рациональное размещение и использование на ближайшее время.

Организационная основа, объединяющая и взаимоувязывающая все элементы почвозащитного комплекса в единое целое, рациональная противоэрозионная организация территорий зон, подзон, районов и хозяйств предполагают проведение следующих мероприятий:

установление оптимального соотношения сельскохозяйственных угодий, рациональное использование и защиту от эрозии прежде всего самой ценной части сельскохозяйственных угодий — пахотных земель с помощью введения полевых (обычных и почвозащитных) севооборотов, применение соответствующих местным почвенно-климатическим условиям способов обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур, удобрений, агромелиорации и других приемов, способствующих сохранению и повышению плодородия почвы;

повышение продуктивности, рациональное использование и охрану от эрозии естественных кормовых угодий путем внедрения пастбищесенокосооборотов, посева многолетних трав с целью залужения, создания культурных пастбищ и сенокосов, применения удобрений, орошения и осушения (там, где это необходимо);

организацию лесного хозяйства как с помощью посадки полезащитных, овражно-балочных и других лесонасаждений, так и охраны естественных лесов и колков, имеющих почво- и водоохранное значение;

в связи с дефицитом воды и частыми засухами в степных и лесостепных районах страны особое значение приобретают рациональная организация местного водного хозяйства, охрана водных источников, строительство прудов и водоемов, регулярное и лиманное орошение.

В зонах проявления эрозии в системе земледелия нужно предусматривать выполнение следующих главных противоэрозионных мероприятий:

при *ветровой эрозии* — создание ветроустойчивой поверхности и накопление влаги в почве, уменьшение скорости ветра в приземном слое воздуха и сокращение пылесборных площадей;

при *водной эрозии* — регулирование стока талых и ливневых вод, создание водоустойчивой поверхности и предотвращение смыва почвы;

в зонах *совместного проявления эрозии и дефляции* — сочетание указанных мероприятий.

2.2. ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

В предотвращении водной и ветровой эрозий почв существенное значение имеют лесомелиоративные мероприятия. Лесные насаждения в районах проявления эрозии в зависимости от назначения подразделяют на водорегулирующие, прибалочные, приовражные, полезащитные и пастбищезащитные. Кроме того, создают водоохранные (у рек, прудов и водоемов), куртинно-групповые насаждения, а в необходимых случаях проводят сплошное облесение песков, склонов, балок и оврагов.

Главное назначение лесных полос в открытых степных и лесостепных районах с активной ветровой деятельностью и дефляцией почв заключается в снижении скорости и турбулентности эрозионного ветрового потока. Ослабляя ветер, они защищают почву от выдувания летом и зимой, задерживают снег на полях, повышают влажность почвы и воздуха, улучшают микроклимат.

По данным ВНИАЛМИ, в системе лесных полос снега на полях бывает в 1,5—2 раза больше, влажность воздуха в приземном слое на 5—10 % выше, а испаряемость на 20—30 % меньше, чем в открытой степи. Все это создает лучшие условия для развития растений и формирования урожая.

Противоэрозионная и мелиоративная эффективность лесных полос зависит прежде всего от их конструкции. Для степных районов рекомендуют ажурные и продуваемые узкорядные (3—5 рядов) полосы, которые способствуют ослаблению ветрового потока и дефляции, более равномерному распределению снега на полях и увлажнению почвы.

В районах развития водной эрозии (на склоновых землях) при проведении лесомелиоративных мероприятий очень важно учитывать особенности рельефа местности, так как ошибки в размещении лесных полос могут привести к усилению стока, увеличению смыва и размыва почвы, оврагообразованию.

Водорегулирующие лесные полосы создают на сравнительно крутых (более 2—3°) склонах. Их назначение — распыление и поглощение поверхностного стока талых и ливневых вод. Располагают водо-

регулирующие (4—7-рядные) полосы поперек склона или по горизонталям с расстоянием между ними от 200 до 350 м, в зависимости от крутизны склона и подверженности почвы эрозии.

Прибалочные лесные полосы предназначены для защиты прилегающей пашни от разрушения эрозией и для лучшего снегораспределения и увлажнения полей. Обычно их проектируют ажурной конструкции, шириной 12—21 м.

Приовражные лесные полосы создают для закрепления растущих вершин оврагов. Они должны охватывать не отдельные вершины, а целую систему оврагов и их вершин. Опыт показал, что сначала следует провести закрепление вершин оврагов обвалованием.

Пастбищезащитные лесные полосы на склонах также проектируют с учетом рельефа, поврежденное[™] почв эрозии, направления стока, господствующих ветров. Конструкция таких полос ажурная и ажурно-продуваемая, ширина их 9—18 м, расстояние между основными полосами 200—350 м.

Куртинно-групповое и сплошное облесение осуществляют при большой изрезанности территории оврагами и на песках.

Из гидротехнических противэрозионных сооружений в первую очередь используют следующие:

земляные водозадерживающие, водорегулирующие валы и каналы для задержания или отвода воды в укрепленные водоприемники (пруды, водоемы), ложбины и др.;

вершинные (головные) сооружения в виде бетонных, кирпичных, деревянных и других лотков, быстроток, перепадов, консолей и т. д.;

донные сооружения по руслам ложбин и оврагов для предотвращения дальнейшего размыва русла;

берегоукрепительные и противоселевые сооружения;

пруды и водоемы.

Комплексное применение организационных, агротехнических, агрохимических, лесомелиоративных и гидротехнических противэрозионных мероприятий максимально эффективно. Оно обеспечивает сохранение и повышение плодородия земель, рост урожайности, увеличение производства зерна, технических, кормовых и других культур и в конечном итоге рост продуктивности, устойчивости и рентабельности земледелия, а также всего сельскохозяйственного производства.

Соотношение в севооборотах площадей пропашных культур сплошного посева и многолетних трав в зависимости от крутизны склона устанавливают с учетом их почвозащитной роли.

Основные принципы проектирования, введения и освоения *почвозащитных севооборотов* должны включать:

детальный учет агрономических особенностей эродированных склоновых и дефлированных земель;

подбор культур, обеспечивающих наибольший почвозащитный и экономический эффект;

нарезку полей и рабочих участков, позволяющих успешно использовать машинно-тракторные агрегаты при возделывании культур;

выполнение программы по производству растениеводческой продукции при наименьшей ее себестоимости.

На основании проведенных научных исследований рекомендуют для разных зон специальные почвозащитные севообороты.

Важный прием повышения почвозащитной роли севооборотов — *полосное размещение культур* на эродированных землях. Полосное размещение посевов представляет собой чередование полос культур различной почвозащитной способности (многолетние травы, культуры сплошного посева, пропашные и т. д.). Это позволяет резко сократить эрозионные процессы, исключить обработку почвы вдоль склона и создать условия для более эффективного использования почвенного плодородия.

При полосном размещении культур существенное значение имеет ширина полос, занимаемых культурой. Чем шире обрабатываемая полоса, тем меньше ее противэрозионный эффект. Однако на узких полосах трудно создать условия для производительной работы сельскохозяйственных машин и агрегатов.

На полях, подверженных водной эрозии, ширину полос устанавливают в зависимости от крутизны склона и возможного чередования культур (табл. 49).

49. Изменение ширины полос в зависимости от крутизны склонов
(по Заславскому и Каштанову, 1986)

Крутизна склона, град.	Рекомендуемая ширина полос, м	
	чередование многолетних трав с однолетними культурами	чередование однолетних культур с пропашными
1-3	100-80	80-60
3-5	80-60	60-40
5-8	60-40	40-20
8-10	40-20	20-10
10-12	20-10	20-10

Полосное размещение культур и чистых паров эффективно и на землях, подверженных ветровой эрозии. На легких почвах рекомендуют следующее чередование зерновых культур и чистого пара с многолетними травами при равновеликой ширине полос 50—100 м: 1 — пар чистый, 2—3 — пшеница, 4—8 — многолетние травы 1—5-го года пользования, 9 — пшеница, 10 — пшеница или фуражные. Полосы располагают под прямым углом к господствующему направлению эрозионно опасных ветров.

Чтобы определить ширину полос, нужно знать гранулометрический состав почвы, комковатость (содержание фракций крупнее 1 мм) верхнего слоя в наиболее эрозионно опасный период, среднюю высоту стерни или травы, среднюю скорость ветра во время

пыльных бурь на высоте флюгера, ориентацию размещения полос по направлению господствующего ветра.

Полосное размещение культур не требует особых капитальных затрат, и его можно применять практически в любом хозяйстве.

Наряду с полосным размещением культур для борьбы с эрозией почв на парах и пропашных культурах проводят посевы буферных полос. *Буферные полосы* — это посевы различных культур, которые зимой служат для задержания и накопления снега, а весной — для уменьшения стока и развития водной и ветровой эрозий. Для буферных полос используют многолетние и однолетние травы, посевы озимых и яровых зерновых, подсолнечника, суданской травы и других культур. Ширина буферных полос и расстояние между ними зависят от крутизны склона, эрозионных процессов и других факторов, влияющих на развитие эрозии. В практике на склонах 6—8° буферные полосы создают шириной 4—6 м, расстояние между ними 30—40 м; на склонах меньшей крутизны расстояние увеличивают до 50—100 м, а с увеличением крутизны, наоборот, уменьшают до 10—30 м. Для предотвращения ветровой эрозии ширину буферных полос устанавливают в зависимости от степени дефлированности почвы и скорости господствующих ветров.

2.3. СИСТЕМА ПОЧВОЗАЩИТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В противоэрозионном комплексе особое место отводят агротехническим приемам, которые ежегодно проводят на всех сельскохозяйственных угодьях. Главное противоэрозионное требование — создание такой поверхности поля, которая будет устойчивой к ветровой и водной эрозиям, обеспечивать наилучшие условия для развития культурных растений и формирования урожая. Эту задачу можно решить с помощью агротехники.

Система обработки почвы должна на каждом поле и участке в течение всего года предупреждать проявление эрозионных процессов в любой форме. В конечном итоге все виды обработок на эрозионно опасных землях должны обеспечивать получение высоких и устойчивых урожаев возделываемых сельскохозяйственных культур.

Приемы почвозащитной обработки почвы можно условно разделить на две группы — общие и специальные (дополнительные).

К важнейшим *общим* противоэрозионным приемам основной обработки почв относят:

- вспашку поперек склона;
- вспашку ступенчатую с использованием плугов, у которых четные корпуса устанавливают на 10—12 см глубже;
- вспашку с одновременным формированием на поле противоэрозионного нанорельефа: борозд, валиков, прерывистых борозд, лунок;
- вспашку с почвоуглубителем или плугом с вырезными корпусами;

- безотвальную вспашку;
 - плоскорезную обработку, глубокое рыхление с сохранением стерни;
 - комбинированную (отвально-безотвальную) вспашку;
 - полосное рыхление почвы;
 - щелевание посевов озимых, многолетних трав, естественных сенокосов и пастбищ;
 - минимальную обработку почвы;
 - глубокое рыхление, чизелевание, щелевание, кротование, бороздование, лункование и другие — в многолетних насаждениях.
- Этот перечень не исчерпывает всех противоэрозионных агротехнических приемов, которые применяют с учетом почвенно-климатических условий каждой зоны страны.

Исследования, проведенные в эрозионно опасных зонах, показали, что на полях с глубокой зяблевой вспашкой происходит увеличение запасов влаги на 20—30 мм из-за уменьшения поверхностного и внутрипочвенного стоков. Кроме того, при глубокой вспашке сокращается смыв почвы и повышается урожайность сельскохозяйственных культур в среднем на 10—15 %, особенно в засушливые годы и в зонах недостаточного увлажнения.

К числу эффективных приемов противоэрозионной обработки почвы следует отнести чередование безотвального рыхления на 30—32 см со вспашкой на 20—22 см с обвалованием зяби.

За последние годы научными учреждениями, практикой производства различных зон страны накоплен большой фактический материал по эффективности безотвальной и плоскорезной обработок почв в борьбе с водной эрозией. Лучшие результаты получены на легких почвах. Применение безотвальных орудий на склонах позволяет резко сокращать сток талых вод и смыв почвы. Урожайность зерновых культур при этом повышается на 0,2—0,4 т/га. На тяжелых почвах эффективны глубокое рыхление (чизелевание) и вспашка поперек склонов.

Для предотвращения водной эрозии применяют *контурную обработку почвы*. Особенность такой обработки состоит в ее направлении, близком к ходу горизонталей при поперечном движении агрегатов. Обработка почвы по контурам — важная составная часть контурной организации территории.

Научно-исследовательским институтом сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В. В. Докучаева и Воронежским ГАУ предложена *контурно-буферная система* с полосным чередованием культур и буферных полос из многолетних трав в почвозащитных севооборотах, позволяющая свести к минимуму проявления водной эрозии почв.

Широкую известность в нашей стране получили работы Всесоюзного научно-исследовательского института виноградарства и виноделия им. Я. И. Потапенко, предложившего комплекс противоэрозионных мероприятий на *контурно-полосной* основе.

На эродированных склонах с выраженным микрорельефом, кроме основных, применяют *специальные* (дополнительные) приемы противоэрозионной обработки почвы: бороздование, лункование, кротование, обвалование, щелевание и др.

На односторонних и выровненных склонах без ложбин можно применять обвалование и бороздование зяби. *Обвалование* проводят одновременно со вспашкой с помощью удлиненного отвала, установленного на одном из корпусов плуга. Одновременно со вспашкой зяби можно осуществлять и прерывистое *бороздование*. Для образования на поверхности поля земляных перемычек в борозде (прерывистое бороздование) применяют плуги с закрепленными на них трехлопастными перемычкоделателями. Для прерывистого бороздования используют приспособления ПРНТ-70000, ПРНТ-90000. Для борьбы с водной эрозией на склонах до 3,5—4° в Ростовской области хорошо зарекомендовало себя бороздование зяби с помощью бороздопрерывателя ППБ-0,6.

Осенью на зяблевых и паровых полях применяют *лункование*. Для этого используют шестисекционные дисковые лункообразователи ЛОД-10, а также специальные приспособления, с помощью которых на поле образуется около 13 тыс. лунок общей вместимостью воды 250—300 м³/га. В некоторых случаях, особенно при периодических оттепелях и заморозках, устойчивый снежный покров не формируется, на дне лунок образуются ледяные линзы, что затрудняет впитывание талых вод. В результате сток не уменьшается, а нередко и возрастает. В связи с этим практический интерес представляет противоэрозионный агрегат, который за один проход образует валики, лунки и щели. Впитывающая способность таких лунок увеличивается, потому что они расположены непосредственно над щелями.

Для уменьшения внутрипочвенного стока применяют ступенчатую разноглубинную вспашку. Ее проводят поперек склона плугом, в котором четные корпуса обрабатывают почву на обычную глубину, а нечетные (если позволяет гумусовый горизонт) на 12—15 см глубже. В результате такой обработки плужная подошва получается ступенчатой и внутрипочвенный сток уменьшается.

На склонах повышенной крутизны, где эффективность бороздования и лункования значительно снижается, рекомендуют применять щелевание, чизелевание и кротование. *Щелевание* как специальный прием можно проводить на посевах озимых культур, на полях многолетних трав, чистых паров, естественных сенокосах, пастбищах и в садах, а также на зяби, особенно ранней. Этот способ борьбы с эрозией заключается в поделке специальными орудиями щелей, глубина которых может достигать 40—60 см, ширина — 3—5 см, а расстояние между ними — 100—400 см. Щели обычно нарезают в позднеосенний период, а также с наступлением морозов, что позволяет избежать испарения воды, обеспечить сохранность щелей до весны и хорошее поглощение талых вод.

Для борьбы с водной эрозией также применяют *кротование*. На глубине 35—40 см специальным приспособлением делают полости-кротовины диаметром 6—8 см на расстоянии 0,7—1,4 м, что положительно влияет на свойства почвы: улучшает ее водопроницаемость, распределение влаги по профилю. В условиях избыточного увлажнения кротование избавляет от лишней влаги.

Существенное значение в борьбе с эрозией имеют приемы предпосевной, послепосевной обработок и посева на склонах. На склоновых землях необходимо сеять поперек уклона местности, под некоторым углом или по горизонталям. При таком посеве уменьшается скорость водного потока, увеличиваются продолжительность контакта воды с почвой и поступление в нее влаги. В результате уменьшаются объемы стока воды и смыва почвы.

При разработке научно обоснованных мероприятий по борьбе с водной эрозией необходимо в каждом хозяйстве иметь картограммы уклонов сельскохозяйственных угодий. На них отмечают направление и крутизну склонов каждого поля, показывают направление стока.

Система обработки почвы в районах проявления ветровой эрозии строится по иному принципу, чем в районах достаточного увлажнения и действия водной эрозии. В связи с тем что здесь главный лимитирующий фактор урожайности — влага, вся система основной и последующих обработок почвы должна быть направлена на максимальное ее накопление, хорошее сохранение и рациональное использование. С этой задачей довольно успешно справляются, используя безотвальную (плоскорезную, чизельную, щелевание и др.) обработку почвы.

Теоретическими и практическими предпосылками разработки почвозащитного бесплужного земледелия являются:

- использование почвозащитных технологий, основанных на бесплужной обработке почвы;
- использование защитной роли растительности и ее пожнивных остатков;
- использование стерни и пожнивных остатков для снегозадержания;
- минимализация обработки почвы;
- разработка мер борьбы с вредными организмами;
- разработка системы мощных орудий для обработки и посева без оборота пласта.

Применение почвозащитного безотвального земледелия позволяет успешно защищать почву от ветровой эрозии весной, летом, осенью и зимой, повышать запасы доступной растением влаги в метровом слое почвы на 20—40 мм, увеличивать урожайность зерновых на 0,2—0,6 т/га.

В зернопаровых севооборотах с короткой ротацией (1 — чистый пар, 2—4 — зерновые) безотвальную (плоскорезную) обработку почвы можно применять на всех без исключения полях. Иногда в зер-

нотравяных и зернопропашных севооборотах почву после многолетних трав (как правило, после 2—3-летнего использования) пахут обычными плугами на глубину 23—25 см для лучшей разделки пласта. При наличии слабой (житняковой, эспарцетовой) дернины для лучшего сохранения влаги и предотвращения дефляции можно поле сначала продисковать, а затем провести плоскорезную или другую безотвальную обработку (чизелевание, глубокое рыхление КПГ-250).

Вспашка пласта многолетних трав во всех случаях должна проводиться полосами. Ширина обрабатываемых и посевных полос (50—100—150 м) зависит от силы господствующих ветров, крутизны склона и гранулометрического состава почвы.

В более увлажненных (350—450 мм) лесостепных районах с черноземными почвами под пропашные культуры в зависимости от состояния почвы (ее гранулометрического состава, плотности), применения органических удобрений, засоренности поля может применяться обычная вспашка на глубину 23—25 см.

Можно считать, что районы ветровой эрозии в целом являются зоной (регионом) применения преимущественно безотвальной обработки почвы. Однако при необходимости (заделка органических удобрений, вспашка пласта многолетних трав, мелиоративные обработки орошаемых, засоленных почв) можно использовать вспашку и другие способы обработки (ярусная, послойная, плантажная, чизельная и др.).

2.4. ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВАХ

К числу наиболее важных агрохимических приемов защиты почв от эрозии и повышения их плодородия относятся применение органических, минеральных (азотных, фосфорных, калийных) удобрений, а также микро- и бактериальных удобрений, известкование кислых смытых почв, выращивание сидератов.

Удобрения способствуют ускоренному и более дружному появлению всходов высеваемых культур, улучшают развитие надземной вегетативной массы растений. Густота посевов на удобренных эродированных полях, как правило, выше, чем на неудобренных. Под влиянием удобрений лучше развивается корневая система растений, связывающая почву. Хорошо развитые надземная масса и корни — надежное средство защиты почвы от выдувания и смыва. Корневые и пожнивные остатки после уборки урожая пополняют запасы органического вещества в почве и восстанавливают ее потенциальное плодородие.

Все эродированные почвы в первую очередь нуждаются в органических удобрениях. Они повышают (восстанавливают) плодородие, связность, ветро- и водоустойчивость, общую влагоемкость и водоудерживающую способность.

Так, на эродированных почвах Башкортостана урожайность ози-

мой пшеницы при внесении 20 т навоза повышалась на 0,4 т/га, 40 т — на 0,5—0,6 т/га. Совместное внесение навоза и суперфосфата позволило увеличить урожайность на 1,1 т/га при урожайности на контроле 1,3 т/га. В НИИ Центрально-Черноземной полосы им. В. В. Докучаева внесение Ют навоза и 60 кг азотных удобрений повысило урожайность ячменя на эродированных почвах на 48 %. В Татарстане при использовании торфянонавозного компоста и минеральных удобрений урожайность зеленой массы кукурузы увеличилась с 8,2 до 17,3 т/га.

Эродированные почвы бедны микроэлементами, поэтому на них эффективно использование цинка, молибдена, бора, брома, кобальта и др.

Большое значение в повышении плодородия эродированных почв и защиты от эрозии имеет возделывание культур на зеленое удобрение (сидерация). Для этих целей в разных зонах нашей страны используют различные культуры: однолетний и многолетний люпин, люцерну, клевер, кормовые бобы, горчицу белую, сурепицу, рапс, вику, сераделлу и др.

Возделывание сидеральных культур на склоновых землях в виде промежуточных, поукосных, пожнивных или парозанимающих посевов имеет большое противоэрозионное значение. При запашке зеленой массы на удобрение повышаются водопроницаемость и влагоемкость, усиливаются процессы микробиологической деятельности, улучшаются агрофизические свойства, в результате приостанавливаются эрозионные процессы, повышается плодородие почвы.

Дозы органических и минеральных (азотных) удобрений, необходимых для внесения на эродированных землях, можно определить по формуле

$$Y = Y_0 + Y_{\#}/100,$$

где Y_0 — минимальная доза навоза и азотных удобрений, т/га; $Y_{\#}$ — доза навоза и азотных удобрений на несмытой почве, т/га; K — снижение содержания гумуса в смытых почвах, % от несмытой.

Глава 3

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

По данным Государственного научно-исследовательского института земельных ресурсов (ГИЗР), в зависимости от горно-геологических условий месторождений в расчете на 1 млн т открытой добычи угля нарушается от 2,6 до 43 га, железной руды — от 14 до 640, марганцевой руды — от 76 до 600, фосфоритов — от 22 до 77 га земельных угодий. Нарушение земель и ухудшение экологической

обстановки могут происходить и при подземной разработке месторождений за счет деформации поверхности (провалы и т. д.), складирования выработанных пород, загрязнения отбросами промышленности, нефтепродуктами, сточными водами, отработанными буровыми растворами и шламом при бурении и эксплуатации скважин.

Значительные нарушения земель возникают при прокладке магистральных трубопроводов, строительных дорог и каналов, других объектов. При этом ухудшаются ландшафты, структура землепользования, усиливаются процессы эрозии почв, нарушается баланс грунтовых и поверхностных вод, заболачиваются или иссушаются прилегающие земли, снижается их продуктивность.

Проблема рекультивации нарушенных земель и их использование приобрели большое социально-экономическое и экологическое значение.

Различные аспекты рекультивации земель должны быть учтены в проектах строительства и реконструкции предприятий, связанных с проблемой нарушения земель, органически входящих в общие схемы землеустройства территориально-производственных комплексов. При соблюдении рекомендованных технологий ранее нарушенные земли за 3—5 лет можно превратить в высокопродуктивные угодья. В нашей стране рекультивировано более 2200 тыс. га нарушенных земель.

Учитывая то, что некоторые горные породы могут обладать эффективным плодородием, а также достижения современного земледелия, разрабатывают методы и технологии создания антропогенных почв, биологического освоения рекультивированных участков и управления почвообразовательным процессом в техногенных ландшафтах, улучшения экологических условий применительно к конкретной природной зоне (территории).

Используя горные породы как экологические тесты и сравнивая их по показателям продуктивности культур с зональными почвами, удалось основные виды растений разделить на эколого-трофические группы: мега-, мезо-, олиго- и эвритрофы.

К *мегатрофам* относятся сельскохозяйственные культуры, предъявляющие наиболее высокие требования к почвенной (эдафической) среде: пшеница, рожь, овес, ячмень, кукуруза, сорго, гречиха, просо, подсолнечник, клевер, арбуз, житняк, костреч.

Мезотрофы — горох, чина и другие зерновые бобовые, менее требовательные к эдафической среде.

Олиготрофы — галофиты, ацидофиты, псаммофиты, аргиллофиты, метофиты и другие, способные вегетировать при высоких кислотности и засолении почв, неблагоприятных водном или воздушном режиме.

Эвритрофы — люцерна, эспарцет, донник, люцернец, астрагал, вязель и другие виды бобовых трав, обладающие способностью к симбиотической фиксации азота, обеспечивают продуктивность на уровне ненарушенных старопашотных земель.

Мощность рекультивированного почвенного покрова устанавливается с учетом биологических особенностей возделываемых культур, состава горных пород и насыпного слоя. Для черноземов, например, она составляет от 1—1,5 до 2—2,5 м. Слой такой толщины позволяет создать условия для развития корневой системы и всего растения, близкие к нормальным.

При формировании новых рекультивированных почв исключаются горные породы, обладающие фитотоксичными свойствами (содержащие избыток легкорастворимых солей, пирит, подвижные формы железа и алюминия), породы более ранних геологических возрастов (мел и юра мезозойские, карбон и девон палеозойский) с неблагоприятными физическими и агрохимическими свойствами.

Для различных природных зон страны с учетом особенностей почвенно-климатических условий определены рациональная мощность и конструкция рекультивационного слоя, разработаны ассортимент культур и мелиоративные севообороты, технологии возделывания сельскохозяйственных культур и выращивания продуктивных лесных насаждений.

Например, для специфических и сложных условий Подмосквового угольного бассейна, где во вскрышной толще до 40—60 % составляют фитотоксичные породы, были разработаны технологии, внедрение которых позволило создать на месте нарушенных земель пахотные участки с урожайностью сельскохозяйственных культур на уровне зональных показателей. В хозяйствах Новомосковского района Тульской области на рекультивированных землях получают до 4—4,5 т зерна с 1 га.

На карьерах Московской области пашню создают с помощью нанесения на поверхность отвалов слоя глауконитового песка. При внесении азотных удобрений на этих землях урожайность на 30—50 % выше, чем на обычных почвах.

На бросовых землях возможно создание крупных специализированных сельскохозяйственных предприятий.

Хорошие результаты получены на рекультивированных землях Егорьевского фосфоритного месторождения.

В условиях Курской магнитной аномалии положительные результаты получены при формировании искусственных почв на породах отвалов и прилегающих низкопродуктивных угодьях путем нанесения на них слоя чернозема, а также окультуривания потенциально плодородных пород.

По степени пригодности для освоения и ввода в сельскохозяйственный оборот вскрышные породы в районе Курской магнитной аномалии подразделяют на несколько групп:

I. Породы высокого качества, пригодные для выращивания бобовых и злаково-бобовых трав, других полевых культур (лёссовидные суглинки, лёссы, грунтосмеси, суглинки с другими породами).

II. Породы среднего качества, пригодные для облесения и за-

лужения (пески, грунтосмеси алевритов с мелом, суглинком, мергелем, глины коллоевы и др.).

III. Породы низкого качества, пригодные для облесения и залужения после предварительного улучшения (мел, девонские отложения).

IV. Пиритсодержащие породы, чрезмерно кислые, непригодные для биологического освоения.

В зависимости от качества вскрышных пород разработаны методы и технологии создания искусственных почв (рекультивация нарушенных земель). Данные о влиянии мощности наносимого перегнойного слоя на продуктивность культур приведены в таблице 50.

50. Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от мощности наносимого слоя выщелоченного чернозема и подстилающей породы (по Бурыкину, 1986), т/га

Порода и мощность наносимого (+) перегнойного слоя почвы, м	Люцерна	Ячмень	Просо	Озимая рожь	Эспарцет (сено)
Мел (порода)	0,89	0,28	0,23	0,51	1,03
+0,2	1,43	1,43	1,88	1,21	1,86
+0,4	2,17	2,10	2,11	1,65	1,60
+0,6	2,41	2,38	2,63	1,72	1,84
+0,8	2,53	2,73	2,68	1,94	1,82
Суглинок (порода)	1,60	0,73	0,41	0,66	1,21
+0,2	1,94	1,78	1,92	1,42	1,40
+0,4	2,39	2,64	2,67	1,63	1,67
+0,6	2,63	2,98	2,70	1,85	1,80
+0,8	2,72	3,07	2,71	1,99	1,80

Максимальная урожайность всех культур получена при нанесении на породы гумусового слоя мощностью 0,6 и 0,8 м. В расчете на каждые дополнительные 10 см гумусового слоя максимальные прибавки урожайности получены при нанесении гумусового слоя мощностью 0,4 м.

При одной и той же мощности наносимого чернозема урожайность зерна по суглинку заметно выше, чем по мелу. Более отзывчивыми на увеличение мощности наносимого перегнойного слоя оказались люцерна, ячмень и просо. Озимая рожь и эспарцет заметно уступали этим культурам.

В создании плодородных почв на подстилающих породах эффективен метод прямого их окультуривания с помощью внесения минеральных удобрений, применения сидерации, посева многолетних трав (табл. 51).

51. Урожайность яровой пшеницы на различных породах в зависимости от способа их окультуривания (по Бурыкину, 1986), т/га

Способ окультуривания	Порода		
	суглинок	глина	грунтосмесь
Контроль (без окультуривания)	0,25	0,19	0,30
N30P30K30	0,78	0,56	0,65

Продолжение

Способ окультуривания	Порода		
	суглинок	глина	грунтосмесь
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,07	0,71	0,95
Запашка стерни донника после уборки его на сено	1,27	1,01	1,13
Донник на сидерат	1,53	1,35	1,43
То же + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,76	1,51	1,61

Наиболее эффективен биологический метод окультуривания вскрышных пород.

Значительный опыт по рекультивации нарушенных земель накоплен при создании орошаемых пастбищ. Для посева использовали травосмесь из люцерны синей, ежи сборной и мятлика лугового. Урожайность зеленой массы достигает за два укоса первого года пользования 18,0 т/га.

В зоне достаточного увлажнения получена урожайность сухой массы травосмеси из прутняка и житняка по 1,48 т/га, что выше, чем на ненарушенных естественных пастбищах.

Большой производственный интерес представляет опыт рекультивации и использования нарушенных земель в зоне вечной мерзлоты. На рекультивационных породных отвалах и гидроотвалах Магаданской области получают по 15 т/га зеленой массы овса и гороха, что в 10—20 раз превышает урожайность дикорастущих трав на естественных кормовых угодьях.

При этом на рекультивированных угодьях создаются благоприятные водный и тепловой режимы, устраняется промораживание почвы, что способствует успешному возделыванию здесь кормовых культур. Имеются данные, указывающие на то, что рекультивация нарушенных земель для сельскохозяйственных целей в этом регионе даже более выгодна, чем освоение новых угодий.

Широкое распространение получает улучшение малопродуктивных угодий методом землевания. Сущность метода заключается в том, что малопродуктивные угодья покрывают плодородным перегнойным слоем почвы разной мощности. Урожайность культур при этом повышается в 2,5—3 раза.

На сланцевых золоотвалах успешно создают культурные сенокосы. Золоотвалы образуются из насыпного материала, и свойства их зависят от «возраста», плотности залегания и химического состава золы.

Реакция золоотвалов обычно сильнощелочная, причем с глубиной щелочность увеличивается (рН_{кел} слоя 0—5 см колеблется в пределах 7,9—9,7, а на глубине 30 см — 12,3—12,6). В химическом составе сланцевой золы преобладают оксиды кальция (32—35 %) и кремния (24—30 %), а также оксидные соединения серы, магния, железа и углерода. Гранулометрический состав сланцевой золы соответствует песку и фракции крупной пыли. Плотность ее составляет 0,9—1,28 г/см³.

Содержание питательных элементов в золе недостаточное, соотношение их для роста неблагоприятное. Азот практически отсутствует, мало подвижного фосфора (0,2 — 0,4 мг/100 г), но очень много обменного калия (135 — 760 мг/100 г почвы).

Для создания на золоотвале культурного луга используют торф или почву и навозят их слоем толщиной не менее 10 см. Это позволяет проводить боронование легкой бороной и работы по уходу за травостоем. Если золоотвал нужно только залужить, достаточен слой перегноя 3 — 5 см.

При закладке культурного луга на золоотвале наиболее перспективны смеси из овсяницы красной, ежи сборной, костра безостого, клевера лугового и клевера ползучего. Корневая система злаковых трав располагается в верхних слоях почвы, а бобовых — проникает глубже. Бобовые связывают азот воздуха и снабжают себя и злаковые культуры этим элементом питания.

Из-за широкого разнообразия природных и техногенных условий, с которыми приходится сталкиваться при рекультивации нарушенных земель, необходимо дифференцированно подходить к разработке технологий по их восстановлению и использованию.

Контрольные вопросы задания

1. Что такое эрозия почвы? 2. Назовите причины возникновения водной и ветровой эрозий почв. 3. Перечислите составные части общей системы почвозащитного земледелия. 4. Расскажите о почвозащитной организации территории. 5. Какова роль агролесомелиорации в защите почв от эрозии? 6. Назовите агротехнические приемы борьбы с водной и ветровой эрозиями почв. 7. Какова почвозащитная роль полевых культур? 8. Назовите специальные приемы обработки почвы в борьбе с эрозией. 9. Расскажите о роли почвозащитного земледелия в сохранении и повышении плодородия почв. 10. Перечислите меры по регулированию стока воды с полей. 11. Расскажите о контурном земледелии и районах его распространения. 12. Что такое рекультивация земель и как ее проводят?

РАЗДЕЛ VI СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Глава 1 РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ О СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Системы земледелия — результат длительного исторического развития народов. История земледелия уходит далеко в глубь веков и отражает ход развития культуры в определенных социально-экономических условиях. А. В. Советов писал: «Нет сомнения, что та или другая система земледелия выражает собою ту или другую степень гражданского развития народов». В системах земледелия проявляется тот или иной способ землепользования и земледождения, присущий конкретному историческому этапу социально-экономического развития народа и общества. К. А. Тимирязев очень точно сказал, что «...культура поля всегда шла рука об руку с культурой человека», т. е. по мере накопления практического опыта и научных знаний.

Учение о системах земледелия возникло во второй половине XVIII в., который характеризуется быстрым ростом общественного разделения труда, ремесел, мануфактур и торговли. По мере развития сельскохозяйственного производства учение о системах земледелия совершенствовалось. Вместе с обоснованием понятия «система земледелия» как совокупности агротехнических приемов по сохранению и повышению плодородия почвы изучался также вопрос об экономической эффективности разных систем земледелия в различных природных и экономических условиях. Ставили и разрешали такие проблемы, как системы земледелия и почвенно-климатические условия, системы земледелия и производственные направления хозяйств, системы земледелия и сельскохозяйственные орудия и машины, наконец, системы земледелия и общественный способ производства.

Основоположниками учения о системах земледелия в России были ученые-агрономы последней трети XVIII в. — А. Т. Болотов, И. М. Комов, В. А. Левшин и известные практики сельского хозяйства начала XIX в. — Д. М. Полторацкий, И. И. Самарин и др. Им принадлежит первенство в постановке вопросов о системах земледелия и успешных попытках научного их решения.

В условиях феодальной реформы собственности на землю, крепостного состояния крестьян, их общинного землевладения преимущественное распространение получила паровая система земле-

деля с обычным для того времени трехпольным зерновым севооборотом: — пар, 2 — озимые, 3 — яровые. Для подавляющего большинства крестьянских и помещичьих хозяйств паровая система была единственной формой ведения полевого хозяйства. Земледельческие хозяйства и в северных лесистых губерниях, применявших подсечно-огневую систему, и в южных и юго-восточных районах, где была принята залежная система, также имели зерновое направление. Таким образом, на полях России безраздельно господствовали зерновые хлеба.

Овощи и технические культуры выращивали только на огородах или на особых участках, и главным образом в потребительских целях. Продуктивное скотоводство развивалось на юге и юго-востоке европейской части России, но оно базировалось не на земледелии, а на естественных лугах и пастбищах.

Развитие капиталистических отношений в России выдвигало перед сельским хозяйством новые задачи, и в первую очередь увеличение валового и особенно товарного производства зерна, технических культур и продукции животноводства.

В создании основ учения о системах земледелия виднейшую роль сыграл А. Т. Болотов (1738 — 1833).

Многочисленные работы А. Т. Болотова имеют непосредственное отношение к учению о системах земледелия, среди них «Примечания о хлебопашестве вообще», «Об удобрении земель», «О разделении полей» и другие.

А. Т. Болотов считал возможным достичь подъема сельского хозяйства как в Черноземной, так и Нечерноземной зонах за счет улучшения существующей паровой системы земледелия и освоения новой, более совершенной выгонной системы земледелия.

В первом случае предлагалось улучшение предпосевной обработки почвы, удобрения полей, повышение качества семян и их заделки в почву, улучшение существующих лугов и т. д., во втором — коренные изменения в сельскохозяйственном производстве: введение новых севооборотов и установление рациональных пропорций между хлебопашеством и скотоводством.

От прежнего трехпольного севооборота паровой системы А. Т. Болотов предлагал: там, где позволяют условия, перейти к семипольному севообороту выгонной системы: 1 — озимые (пшеница и рожь), 2 — выгон, 3 — яровые лучшие, 4 — выгон, 5 — яровые худшие, 6 — выгон, 7 — пар или 1 — озимые, 2, 3 — яровые, 4 — 6 — выгон, 7 — пар.

В отличие от трехпольного севооборота — паровой системы, где $\frac{2}{3}$ всей пахотной земли находится под хлебом и $\frac{1}{3}$ — под паром, в семипольном севообороте выгонной системы $\frac{3}{7}$ пахотной земли отводят под хлеб, $\frac{3}{7}$ — под выгон и $\frac{1}{7}$ — под пар. Следовательно, посевная площадь под зерновыми должна сократиться примерно с 66 до 43 % всей пахотной земли. Но, как доказывал А. Т. Болотов, хлеба будут давать урожай больше прежнего, так как неизмеримо

возрастет количество корма, скота и навоза и земля будет лучше унавоживаться и обрабатываться.

Для экономической оценки предложенной им системы земледелия и доказательства ее преимуществ перед паровой системой он применяет метод сравнительного анализа, названный им «балансы». Сравниваются два одинаковых по размеру и качеству участка земли, но с различными системами земледелия. На первом участке применяют трехпольный севооборот паровой системы, на втором — семипольный севооборот выгонной системы. Здесь делаются первые попытки определить издержки производства и чистый доход.

Крупный вклад в развитие основ учения о системах земледелия внес ученый-агроном и экономист И. М. Комов (1750 — 1792).

В 1785 г. вышел в свет, а спустя шесть лет был переиздан первый труд И. М. Комова «О земледельных орудиях», а в 1788 г. издана монография «О земледелии».

И. М. Комов считал восстановление и поддержание плодородия почвы важнейшими задачами земледелия, которые решаются при помощи вспашки, навозного удобрения и плодосменного севооборота.

Все растения И. М. Комов делил на две группы: истощающие почву, куда относятся зерновые и масличные, и обогащающие почву — корнеплоды и травы. С этих позиций он резко критиковал существовавшую паровую систему земледелия, отмечая невозможность при такой системе успешно развивать животноводство и обильно удобрять землю, неизбежность истощения естественного плодородия почвы, падения урожайности и доходов хозяйства. И. М. Комов предлагал учредить оборот посева разных растений, чтобы земли не изнурять и прибыли от нее получить как можно больше. Этого можно достичь, если поочередно то овощ, то хлеб, то траву сеять.

В отличие от А. Т. Болотова И. М. Комов выступал за переход к более интенсивной плодосменной системе земледелия. Его девиз: «Лучше с мала получить много, нежели со многа мало». Обоснование новой системы базировалось на соотношении между хлебопашеством и скотоводством, зерновыми и кормовыми культурами, что определяло не только экономическую, но и агротехническую сторону системы земледелия.

И. М. Комов предложил два примерных шестипольных севооборота. Для районов, где земля плохая или земли много, а земледельцев мало: 1 — яровые с травами, 2 — травы, 3 — озимые, 4 — пропашные, 5 — яровые с травами, 6 — травы. Для районов, где земли мало, а людей много: 1 — озимые, 2 — яровые, 3 — пропашные, 4 — яровые с травами, 5 — травы, 6 — яровые.

Подчеркивая, что предложенные им севообороты являются только примерными, И. М. Комов указывал, что нет на все время общих и постоянных правил «в столь многообразном и многопеременном искусстве», как земледелие. Поэтому он советовал сначала

ставить опыты на небольших участках земли, узнать «какой хлеб или овощ для его земли годнее, какой навоз полезнее и на какую глубину семена сеять надежнее». И лишь затем «начинать сеять поля целые».

А. Т. Болотов и И. М. Комов руководствовались стремлением сделать сельское хозяйство России высокотоварным и прибыльным. Путь к решению этой задачи они видели в применении новых систем земледелия, которые не истощали бы землю, как старая паровая система, а, напротив, обогащали бы почву, повышали ее плодородие. Такими системами, по их мнению, могли быть только системы, правильно сочетающие в хозяйстве земледелие со скотоводством, зерновые культуры с кормовыми. Соблюдение в хозяйстве необходимой пропорции между земледелием и скотоводством они считали решающим условием восстановления, поддержания и повышения плодородия почвы, подъема производительности сельскохозяйственного труда и доходности хозяйства. Следовательно, агрономическую и экономическую эффективность А. Т. Болотов и И. М. Комов рассматривали как единое целое.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур в конце XVIII — начале XIX в. тормозилось развитием скотоводства — единственным в то время источником удобрения, а развитие скотоводства, в свою очередь, — недостатком кормов. Поэтому русские агрономы того времени настойчиво искали рациональные способы выращивания разнообразных кормовых трав на полях различных зон страны и проводили многочисленные опыты.

Первый крупный вклад в решение этого важного вопроса был сделан членом Вольного экономического общества В. А. Левшиным и практиками сельского хозяйства Д. М. Полторацким, И. И. Самариным и многими другими.

Много внимания В. А. Левшин уделил изучению дикорастущих трав, опытному травосеянию и совершенствованию паровой системы земледелия. Из его многочисленных трудов по этим вопросам, сыгравших большую роль в развитии отечественной агрономии и сельскохозяйственной практики, следует отметить «Описание об открытых в Тульской губернии кормовых травах, удобности размножения оных посевом, обращении некоторых из них в хозяйственную пользу», «О заселении степей», «О растениях вредных и полезных скотам» и др.

Эти труды характеризуют В. А. Левшина как основоположника учения о травосеянии в России и создателя улучшенной паровой системы земледелия. Она вошла в сельскохозяйственную литературу XIX в. под названием «улучшенной зерновой системы» и наиболее широко применялась в крестьянских хозяйствах Московской и Ярославской губерний.

В. А. Левшин предложил для южных районов России свой севооборот: 1 — озимые, 2 — яровые, 3 — травы первого года пользования, 4 — травы второго года пользования.

Он понимал, что господствующая в России паровая система земледелия с ее зерновым трехпольем стала в условиях крайнего недостатка лугов и выгонов, скота и навоза не способом восстановления и поддержания плодородия почвы, а причиной его снижения.

Примерно в то же время приступил к травосеянию на полях в широких по тому времени размерах Д. М. Полторацкий — образованный помещик. В своем имении Авчурино он ввел новую систему земледелия.

Вся земля имения (2700 десятин) была разделена на два больших участка — ближний и дальний. Ближний участок был отведен под плодосменный севооборот: 1 — картофель, морковь, горох, бобы, чечевица, 2 — яровая пшеница, ячмень, овес, 3 — клевер на зеленый корм и сено, 4 — озимые рожь и пшеница. На дальнем участке был введен семипольный севооборот: 1—3 — овес, 4 — клевер первого года пользования, 5 — клевер второго года пользования, 6 — озимые, 7 — овес. Потом землю отдавали под выгон или сенокос.

В результате перехода на новую плодосменную систему земледелия урожайность хлебов повысилась, увеличилось и количество скота в хозяйстве.

Плодосменный севооборот Полторацкого не получил широкого распространения в России.

Иная перспектива ожидала севооборот В. А. Левшина, который претерпел большую эволюцию и в конце концов получил широкое распространение в хозяйствах центральных губерний Нечерноземной зоны.

Таким образом, в конце XVIII — начале XIX в. русские ученые-агрономы и практики сельского хозяйства внесли большой вклад в развитие учения о системах земледелия. Классический труд И. М. Комова «О земледелии» вышел в свет за 21 год, а выдающаяся работа А. Т. Болотова «О разделении полей» — за 37 лет до опубликования первого тома «Оснований рационального сельского хозяйства» (1809 г.) А. Д. Тэера, считающегося основателем сельскохозяйственной науки, в частности учения о системах земледелия.

А. Д. Тээр (1752—1828) был основателем и руководителем старейшей в Германии Меглинской сельскохозяйственной академии. Его четырехтомный труд «Основания рационального сельского хозяйства» представлял обширнейший курс лекций для учащихся академии, энциклопедию по всем основным отраслям сельскохозяйственных знаний, приведенных в стройную систему науки о сельском хозяйстве.

Все существовавшие системы земледелия А. Д. Тээр делил на два вида: парозерновые и плодопеременные. К плодопеременной системе земледелия он относил и выгонную систему, называя ее «плодосменным хозяйством с выгоном». А. Д. Тээр разработал, как он считал, самый эффективный для Германии четырехпольный севооборот: 1 — картофель, 2 — ячмень, 3 — клевер, 4 — озимая рожь.

Дальнейшее развитие учение о системах земледелия в России получило в трудах М. Г. Павлова: «Земледельческая химия», «Курс сельского хозяйства» и др. М. Г. Павлов (1793—1848) после окончания Московского университета в 1816 г. уехал в длительную заграничную командировку для изучения сельского хозяйства западноевропейских стран. В течение года М. Г. Павлов учился у А. Д. Тэера в Меглине и три года объезжал сельскохозяйственные районы Германии, Швейцарии, Франции и Англии.

Он рассматривал сельскохозяйственное производство с трех точек зрения: как ремесло, как искусство и как науку. «Участь сельского хозяйства как ремесла, — отмечал М. Г. Павлов, — есть неподвижность, как искусства — слепая удача или ряд хозяйственных ошибок, как науки — рассчитанный успех».

Начиная с 1826 г. М. Г. Павлов занимался сравнительным изучением различных систем земледелия в учебном опытном хозяйстве Московской земледельческой школы. Он пришел к выводу о том, что какими бы очевидными ни казались преимущества какой-либо системы, повсеместное введение ее невозможно. Ни одна из существующих систем земледелия всюду и всегда лучшей и господствующей быть не может. Все зависит от местных природных и экономических условий, то есть от почвы и климата, от цен на землю, на рабочую силу, на различные сельскохозяйственные продукты и земледельческие орудия, от стоимости провоза и т. д. Лучшая система земледелия, по М. Г. Павлову, та, которая в данных условиях, при данных обстоятельствах обеспечивает с определенного пространства земли наивысший доход, не истощая ее плодородия.

Все системы земледелия М. Г. Павлов разделил на три главных класса: полевая, или паровая, выгонная, плодопеременная.

Оценивая эти системы с точки зрения плодородия почвы, М. Г. Павлов указывал, что трехпольная система истощает плодородие. Она возвращает земле меньше питательных веществ, чем извлекает из нее. Выгонная система поддерживает плодородие. Плодосменная не только поддерживает, но и повышает плодородие. Залежную систему земледелия Павлов относит к выгонной.

В сельском хозяйстве России того периода доход приносило в первую очередь возделывание хлебов, а затем животноводство. Производство технических культур и переработка сельскохозяйственных продуктов были развиты крайне слабо.

Рассматривая системы земледелия главным образом с точки зрения экономики, М. Г. Павлов считал, что целью системы земледелия является наивысшая прибыль. При этом агротехнические аспекты системы — совокупность мероприятий, направленных на восстановление, поддержание и повышение плодородия почвы, — отодвигаются на второй план.

В отличие от М. Г. Павлова, его преемник по кафедре сельского хозяйства в Московском университете профессор Я. А. Литовский

(1818—1846) подходил к изучению систем земледелия исключительно с естественнонаучной стороны, учитывая условия плодородия почвы.

Система земледелия для Я. А. Линовского — достижение наивысшей прибыли прежде всего за счет совершенствования соотношения культур в полевом севообороте и мероприятий по восстановлению и поддержанию плодородия почвы.

С. М. Усов (1796—1859) в труде «О системах хлебопашества» обобщил учение о системах земледелия в дореформенный период. Он редактировал «Земледельскую газету», «Труды Вольного экономического общества» и др.

В этот период в сельскохозяйственной литературе не было единого термина, обозначающего понятие «система земледелия». Впервые термин «система земледелия» был введен в русскую сельскохозяйственную литературу профессором А. В. Советовым.

Все агрономы-экономисты дореформенного периода, внесшие свой вклад в развитие учения о системах земледелия в России, рассматривали систему земледелия как способ разведения культурных растений на полях ради прибыли. Следовательно, они расширяли понятие «система земледелия», выводя его за пределы агротехники, т. е. различали две особенности системы земледелия — агротехническую и экономическую.

Дальнейшее развитие учение о системах земледелия получило в трудах А. В. Советова и А. Н. Энгельгардта.

А. В. Советов считал системы земледелия вопросом не только агрономическим, но и экономическим. Он писал: «Вопрос о системах земледелия не вопрос строго агрономический, он вдается в область политической экономики».

Главным в любой системе земледелия А. В. Советов считал земельные отношения. С течением времени это положение меняется. Вслед за этим изменяются и системы земледелия.

Впервые научное определение системы земледелия дал А. В. Советов. Он писал: «Разные формы, в которых выражается тот или иной способ землевозделывания, принято называть системами земледелия». Изменение форм земледелия он рассматривал с исторической точки зрения.

Главной формой земледелия у славянских народов древней России, как подчеркивал А. В. Советов, была подсечно-огневая система. Это такая форма земледелия, когда для обращения земли в состояние, пригодное для хлебопашества, прибегают к вырубке и выжигу леса, кустарника или дерна. Подсечно-огневая система земледелия характерна для лесистой местности.

В южных степных районах России была распространена залежная система земледелия. Под этой системой понимают такую форму земледелия, при которой участок земли несколько лет подряд засевают хлебными культурами, а после истощения превращают в залежь. Залежь используют как пастбище или сенокос. После того как

истощенная земля естественным путем восстановит свое плодородие, она снова поступает в круговорот. Обрабатываемые земли при залежной системе не удобряют, травосеяние и севооборот отсутствуют.

В 60-х годах XIX в. залежная система преобладала лишь в южных степных районах России, а подсечно-огневая — в северных, наиболее лесистых губерниях. На всем же остальном пространстве европейской части России господствовала паровая—зерновая система земледелия с обычным трехпольным севооборотом.

Паровая система земледелия, по заключению А. В. Советова, возникла в результате распашки степных залежных земель и увеличения посевов зерновых культур.

Паровая система, как указывал А. В. Советов, может применяться при условии, если лугов в 2 раза больше, чем пахотной земли. Изменение этого соотношения между пашней и лугами в пользу пашни неизбежно влечет уменьшение поголовья скота, удобрения и снижение урожайности культур.

Кроме того, паровая система исключительно зерновая. Она несовместима с такими культурами, как клевер, подсолнечник, свекла и другие, которые требуют иных приемов обработки земли. Поэтому необходима более совершенная система земледелия, чем трехпольная.

Свеклосахарные районы России стали инициаторами введения и освоения более интенсивной, по сравнению с трехпольной, плодосменной системы земледелия. Именно с внедрением сахарной свеклы в полевую культуру связаны появление новых севооборотов и полевого травосеяния, применение более совершенных земледельческих орудий, введение таких приемов, как удобрение и более тщательная обработка почвы.

Плодосменную систему земледелия А. В. Советов рассматривал как наиболее производительную и прогрессивную по сравнению с паровой. А паровую систему он считал более производительной, чем переложную.

А. В. Советову принадлежит важная заслуга в том, что он обобщил более чем полувековой опыт применения плодосменной системы в различных странах и описал эволюцию этой системы. Он показал, как видоизменялись формы плодосмена в зависимости от почвенно-климатических и общественно-экономических условий.

В своей работе «О разведении кормовых трав на полях» А. В. Советов наиболее подробно рассмотрел опыт применения плодосменной системы, в особенности травосеяния, в России.

Полевое травосеяние в России впервые появилось в конце XVIII в., а в 30-х годах XIX в. оно уже перестало быть редкостью, и тех, кто вводил в севооборот кормовые травы, уже не считали больше новаторами в области земледелия.

С распространением полевого травосеяния усовершенствовался

и севооборот. Сначала наилучшим повсеместно считался четырехпольный севооборот. Затем стали убеждаться, что выбор севооборота должен определяться местными почвенно-климатическими и экономическими условиями. Поэтому стали вводить различные многопольные севообороты: пяти-, шести-, семипольные и т.д. Кроме красного клевера, который вначале преобладал в посевах трав на полях, стали сеять тимофеевку, белый клевер, костер безостый и др.

Однако А. В. Советов как дальновидный ученый не считал плодосменную систему абсолютной истиной и что агрономической науке и практике двигаться дальше некуда.

Видное место в истории агрономии занимает А. Н. Энгельгардт (1832-1893).

В своих трудах «Из деревни», «О хозяйстве в северной России и применении в нем фосфоритов», «Химические основы земледелия» и др. А. Н. Энгельгардт не пользуется термином «система земледелия», а употребляет термины «система полеводства», «система хозяйства». Под «системой полеводства» он понимает систему земледелия, а «система хозяйства» является собирательным понятием, включающим производственное направление хозяйства, систему земледелия, земледельческие орудия и социальный тип хозяйства.

В имении Батишево А. Н. Энгельгардт ввел 15-польный севооборот, который с 1871 по 1887 г. прошел полную ротацию.

Изменение системы полеводства в хозяйстве вызвало изменение и системы животноводства. Распашка пустошей и травяного пласта потребовала замены сохи и деревянной бороны более совершенными орудиями: плугом и железной бороной. Все это показывает, что изменение одного звена системы земледелия ведет к изменению других и неизбежно к преобразованию экономики.

А. Н. Энгельгардт различал экстенсивную и интенсивную системы земледелия.

Главными элементами системы хозяйства он считал уничтожение пустошей и приведение всей удобной земли в культурное состояние, удобрение земли (навозом, травосеянием и применением искусственных удобрений), льноводческое и молочно-животноводческое направления хозяйства, совершенствование почвообрабатывающих орудий.

А. Н. Энгельгардт доказал, что между системой земледелия и производственным направлением существуют неразрывная связь и взаимозависимость. При паровой системе направление хозяйства может быть только зерновым, при выгонной — молочно-животноводческим и льноводческим.

Начало учения о системах сельского хозяйства положил профессор Петровской земледельческой и лесной академии А. П. Людогоский (1840—1882). Термин «система хозяйства» он употреблял только в смысле «система земледелия».

Впервые в истории сельскохозяйственной науки А. П. Людоговский попытался выделить из системы земледелия как ее составную часть систему полеводства. Севооборот, по его мнению, выражает характер только системы полеводства и подчинен только ей.

А. П. Людоговский классифицировал системы земледелия по так называемым основным признакам, которые, по его мнению, более или менее точно выражают сущность системы земледелия, ее экономическое и агротехническое содержание. Такими признаками системы земледелия являются: степень интенсивности, способ восстановления плодородия почвы, положение продуктивного скотоводства в хозяйстве и распределение всей земли хозяйства между кормовыми и хлебными растениями.

Способ восстановления плодородия почвы изменяет характер использования сельскохозяйственных угодий и в целом систему земледелия. История земледелия, отмечал А. П. Людоговский, знает четыре способа восстановления плодородия почвы: залежь, паровая обработка поля, полевое травосеяние и удобрение навозом и искусственными туками.

Развитие систем земледелия, по мнению А. П. Людоговского, явилось следствием развития двух факторов: естественно-исторического, под которым он понимал «истощение почвы культурой», и экономического. Главным из них он считал экономический фактор.

А. П. Людоговский разработал свою схему исторического развития и географического размещения систем земледелия. Он построил ее почти исключительно по данным Англии и Германии.

Схема отражает технический прогресс в сельском хозяйстве. Каждая последующая система земледелия технически более совершенна, чем предыдущая.

И. А. Стебут первым в истории сельскохозяйственной науки строго разграничил такие понятия, как «система хозяйства», «система полевого хозяйства», «севооборот» и «система культуры», показал неразрывную связь и взаимозависимость между ними.

Под термином «система хозяйства» И. А. Стебут понимал определенное сочетание отраслей, участвующих в образовании дохода специализированного хозяйства.

Основным признаком системы хозяйства, по его мнению, служит производственное направление хозяйства, или рыночный продукт. На этом основании он считал, что существуют три главные системы хозяйства: полеводческая (рыночный продукт — зерно); скотоводческая (рыночный продукт — продукты животноводства); заводская (рыночный продукт — земельно-сельскохозяйственные продукты, подвергаемые технической переработке).

В европейской России, подчеркивал И. А. Стебут, преобладающей системой хозяйства является полеводческая, а полеводство как отрасль сельского хозяйства является составной частью всех основных систем хозяйства. Оно служит основой для таких отраслей, как

животноводство, винокурение, сахароварение, маслоделие, крахмало-паточное производство и т. д.

Систему полеводства И. А. Стебут считал частью системы земледельческого хозяйства. Она получает свое выражение в том или ином правильном севообороте. Таким севооборотом И. А. Стебут считал «только тот севооборот, который служит выражением верно намеченного для местных условий плана полевого хозяйства как части того здания, которое представляет целое хозяйство».

Необходимость введения севооборота определяется экономическими и природными условиями. Многообразие этих условий породило множество различных севооборотов, относящихся не только к разным системам полеводства, но и к одной и той же системе полеводства.

Существенный вклад в развитие учения о системах сельского хозяйства внес А. С. Ермолов (1846—1916). Он автор работы «Организация полевого хозяйства». Для него максимальная прибыль во все времена и у всех народов — основа рационального хозяйства. Меняются экономические и природные условия сельского хозяйства, и только цель хозяйства остается неизменной; она всегда и всюду одна и та же — наивысший чистый доход. Достижение этой цели, по А. С. Ермолову, требует вслед за изменением экономических и природных условий совершенствования системы хозяйства.

Только то хозяйство может считаться рациональным, которое организовано строго в соответствии с условиями места и времени, отвечает всем требованиям окружающей среды и получает высокий чистый доход.

Под системой земледелия А. С. Ермолов понимал не только способ восстановления и поддержания плодородия почвы, но и соотношение и чередование культур в севообороте, соотношение между различными хозяйственными угодьями. Он считал, что севооборот выражает не только чередование культур, но и производственное направление хозяйства.

Д. Н. Прянишников (1865—1948) считал севооборот объективной необходимостью и одним из решающих условий повышения урожайности полей. Разнообразие почвенно-климатических и экономических условий в стране обуславливает необходимость применения различных севооборотов и приемов возделывания сельскохозяйственных культур. Д. Н. Прянишников рекомендовал применять четырехпольные паропропашные и плодосменные севообороты. Наиболее прогрессивными, на его взгляд, были плодосменные севообороты, представляющие чередование трех основных типов культур: хлебных, пропашных и кормовых трав, главным образом бобовых, как азотфиксаторов. Плодосменные севообороты ему представлялись радикальным средством быстрого и одновременно подъема зернового хозяйства и животноводства и производства технических культур. «Если к четырехпольному севообороту прибав-

вить поле клевера, — указывал Д. Н. Прянишников, — то урожайность зерновых по сравнению с трехпольным севооборотом удваивается, а с применением минеральных удобрений на фоне клевера — учетверяется».

В. Р. Вильяме (1863—1939) определил системы земледелия как комплекс агротехнических мероприятий, направленных на восстановление, поддержание и постоянное повышение плодородия почвы. Он разработал и предложил систему агротехнических мероприятий по восстановлению и повышению плодородия почвы, которую назвал травопольной системой земледелия. В нее вошли рациональная организация и использование всей территории хозяйства и система двух севооборотов — полевого и кормового, правильная система обработки почвы и ухода за посевами, правильная система удобрения, посадка полезащитных лесных полос.

В. Р. Вильяме подчеркивал, что при введении травопольной системы земледелия исключительно важна неразрывность ее четырех элементов. Позднее к этим четырем элементам он присоединил еще два: систему семеноводства (посев отборными семенами приспособленных к местным условиям высокоурожайных сортов) и систему мелиорации (оросительную в районах недостаточного увлажнения и осушительную в районах избыточного увлажнения).

Прогрессивность травопольной системы наглядно видна при сопоставлении ее с теми системами земледелия, которые исторически ей предшествовали. Она представляет практические рекомендации по подъему земледелия, разработанные на естественнонаучной основе. Но В. Р. Вильяме ошибался, считая травопольную систему земледелия средством одновременного разрешения и зерновой, и животноводческой проблем в стране.

Широкое применение травопольных севооборотов в различных районах страны выявило, что они экономически эффективны в Нечерноземной зоне и совершенно неэффективны в степных засушливых районах европейской части России.

Под современным земледелием в широком социально-экономическом смысле понимают высокоразвитое, интенсивное, продуктивное, устойчивое, почвозащитное, экологически обоснованное и экономически эффективное производство, способное обеспечить прогрессивный рост высококачественной продукции во все годы при рациональном использовании земли, имеющихся ресурсов и расширенном воспроизводстве почвенного плодородия.

Современные системы земледелия — это новый наукоемкий этап развития систем, которые призваны обеспечить успешную борьбу с засухой, надежную защиту почвы от дефляции и водной эрозии, экологическую безопасность и охрану окружающей среды (водоемы, леса и т. д.) от загрязнения пестицидами и минеральными удобрениями, создание благоприятных условий для развития посевов, труда и жизни человека.

Глава 2 ТИПЫ И ВИДЫ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Процесс развития систем земледелия в любой стране отражает основные этапы развития земледелия вообще.

Признаками всех систем земледелия, как ранее существовавших, так и существующих в настоящее время, являются способы использования земли, поддержания и повышения плодородия почвы (табл. 52). Способ использования земли выражается в соотношении земельных угодий и структуре посевных площадей, а способ повышения эффективного плодородия почвы — в комплексе агротехнических и мелиоративных мероприятий в соответствии с возделываемыми культурами. Эти признаки определяют интенсивность и рациональность системы, они взаимосвязаны.

52. Схема исторического развития систем земледелия и их признаки

Типы и виды систем земледелия	Способ использования земли	Способ воспроизводства плодородия почвы
1. Примитивная — подсечно-огневая, лесопольная, залежная, переложная	Используется меньшая часть пахотно-пригодных земель. В посевах преобладают зерновые	Природные процессы без участия человека
2. Экстенсивная — паровая, многопольно-травяная	Под посевами половина и более пашни. В структуре посева преобладают зерновые и многолетние травы. Значительная площадь занята чистыми парами	Природные процессы, направляемые человеком
3. Переходная — улучшенные зерновые, травопольная	Пахотно-пригодные земли находятся в обработке. В посевах преобладают зерновые, которые сочетаются с многолетними травами или пропашными и чистым паром	Возросшее воздействие человека с использованием природных факторов
4. Интенсивная — плодосменная, промышленно-заводская	Почти все пахотные земли заняты посевами. Посевная площадь часто превышает площадь пашни. Введены пропашные культуры	Активное воздействие с помощью средств, поставляемых промышленностью

Характерными чертами первого периода земледелия при низком уровне развития производительных сил было использование природных качеств земли и отсутствие мероприятий по восстановлению и повышению плодородия почвы.

По мере перехода от низших форм земледелия к высшим решающим признаком их становится соотношение различных групп сельскохозяйственных культур, возделываемых на пахотных землях, в частности зерновых и технических сплошного посева, кормовых трав и пропашных культур. С развитием земледелия изменяются и способы восстановления и повышения плодородия почвы. Если на ранних этапах его истории преобладали природные процессы восстановления производительной силы земли, то в интенсивном зем-

леделии решающая роль принадлежит целенаправленной деятельности человека. Основными способами поддержания и дальнейшего повышения плодородия почвы здесь являются применение удобрений, особенно минеральных, мелиорации (орошение, осушение земель, агролесомелиорация, химические мелиорации и т. д.), новейшей техники и автоматики, химических и биологических средств защиты растений и др. Наряду с этим используют и биологические методы повышения плодородия почвы: травосеяние, сидерацию и др.

Изменение способа восстановления и повышения плодородия почвы создает условия для расширения посевов более требовательных и продуктивных культур и пересмотра прежнего их соотношения. Например, орошение земель вызывает изменение соотношения различных групп сельскохозяйственных культур, замену чистых паров посевами, увеличение количества применяемых удобрений и т. д. С другой стороны, новая структура посевных площадей требует применения более высокой агротехники.

Внутренней движущей силой развития земледелия и перехода от низших форм к высшим является противоречие земли как естественного исторического тела и как основного средства сельскохозяйственного производства. Природные свойства почвы трудно поддаются изменению и ограничивают плодородие. Однако в процессе деятельности человека и использования земли как средства сельскохозяйственного производства эффективное плодородие почвы повышается.

Такой процесс идет непрерывно и находит отражение в изменяющихся формах или системах земледелия.

История развития систем земледелия показывает, что они отражают различные фазы интенсивности земледелия, что проявляется как в использовании земли, так и в способах поддержания и повышения плодородия почвы.

Подсечно-огневая и лесопольная системы земледелия. В северной части России при освоении земель, заросших лесом, человек использовал стихию огня. Сжигание древесной растительности служило вместе с тем средством быстрой мобилизации зольных питательных веществ и повышало плодородие почвы. К этому способу освоения новых земель человек пришел в результате наблюдений за естественной растительностью на оставшихся после лесных пожаров участках (палы). На них развивалась пышная естественная травянистая растительность, хорошо росла тимopheевка; после примитивной поверхностной обработки удавались посевы зерновых, льна. Такая система земледелия, когда естественную лесную растительность сжигали, а освободившуюся площадь использовали под посевы культурных растений, получила название *подсечно-огневой*.

В результате удобрения золой почва обогащалась элементами питания. Кроме того, зола способствовала нейтрализации кислой реакции почв. Необходимый азот образовывался в результате раз-

ложения лесной подстилки, остатков травянистой растительности, а также жизнедеятельности микроорганизмов, фиксирующих азот воздуха и обогащающих им почву. Все это позволило в первые два года получать хорошие урожаи зерновых и льна. Но затем почва из-под леса быстро утрачивала свое плодородие. Ухудшались ее физико-химические свойства, затормаживались микробиологические процессы.

Чтобы продлить использование освоенных из-под леса участков, в некоторых случаях стали оставлять площади на один-два года без посева, а также вносить навоз, если это позволяло слабо развитое животноводство. Однако это не предотвращало снижения урожайности возделываемых культур. Когда урожайность падала до очень низкого уровня, земледелец оставлял этот участок и осваивал другой, а прежний вновь зарастал древесной растительностью.

С возникновением частной собственности на землю, по мере увеличения площади пашни, появилась необходимость возвратиться к участкам, которые раньше уже использовались под посевы, затем они были оставлены и поросли лесом.

Возвращение к возделыванию под посевы прежних участков, стремление к использованию хозяйственно-ценного лесоматериала привели к замене подсечно-огневой системы лесопольной.

Залежная и переложная системы. В степных районах, где под пашню осваивали земли, занятые травянистой (степной) растительностью и обладающие высоким естественным плодородием (черноземы, каштановые почвы), сложились залежная и переложная системы земледелия.

А. В. Советов писал: «Переложная система прямо вылилась из способа заселения степей, из кочевого характера народов, в них обитавших, из избытка поземельного пространства сравнительно с народонаселением, из беспримерной производительности степного чернозема».

При залежной системе земледелия участки целины распахивали под ценные зерновые хлеба. Иногда по распаханной целине сеяли масличный лен, а в некоторых районах — бахчевые культуры. Чтобы обеспечить мобилизацию питательных веществ и накопить влагу, целину поднимали в ранние сроки и на некоторое время оставляли для парования. При повторном возделывании зерновых культур урожай их постепенно снижался.

Стало выгоднее оставлять участок под залежь и осваивать новый участок степной целины. Участок, оставленный под залежь, сначала зарастал бурьяном, а спустя 15—20 лет, после появления на нем характерной для целины растительности, его вновь распахивали и использовали под посевы. Возвращение к распашке прежних участков земли привело к эволюции залежной системы в переложную.

Сущность этих систем состояла в воспроизводстве плодородия почвы с помощью различной травянистой растительности. Вследствие более высокого естественного плодородия почв степной зоны

и благоприятной роли многолетней и другой травянистой растительности в воспроизводстве плодородия период для улучшения почвы по сравнению с лесной растительностью значительно сокращался. Посевы проводили в течение 6—8, иногда 10 лет, а затем после истощения и засорения почвы участок забрасывали в залежь на 25—30 лет.

Залежная и переложная системы земледелия были распространены в ряде стран, имеющих степные земли. В России их широко применяли в Черноземной зоне, Заволжье, реже — на юге страны.

С развитием естественных наук, особенно теории питания растений, изменилось и научное обоснование этих систем земледелия. При господстве гумусовой теории питания повышение плодородия почвы под естественной травянистой растительностью объясняли накоплением гумуса (А. Тэер, И. М. Комов, М. Г. Павлов). С созданием теории питания растений минеральными веществами снижение урожайности зерновых при посеве их в течение ряда лет после распахивания целины стали объяснять обеднением почвы фосфором и другими питательными веществами (К. Либих и его последователи). С выяснением процессов азотного питания растений повышение плодородия почвы под залежью стали объяснять восстановлением в ней запасов азота.

П. А. Костычев, исследуя образцы черноземных почв с целины и старопахотных, установил отсутствие резкой разницы между ними по их химическому составу. Старопахотные черноземные почвы содержали также значительное количество гумуса. Вместе с тем целинные земли обладали значительно лучшей структурой почвы, чем старопахотные. Однако П. А. Костычев не считал, что утрата структуры почвы была единственной причиной снижения урожайности однолетних зерновых культур после распахивания целины. Землю оставляли в залежь не потому, что она истощалась, а из-за того, что культурные растения начали заглушать сорные травы, бороться с которыми обычной обработкой невозможно. Поэтому было гораздо выгоднее перейти на новый степной участок.

Подсечно-огневая и лесопольная, залежная и переложная системы представляют первые примитивные формы земледелия, для которых характерны слабое использование земли под посевы (не более 25 %), длительный процесс восстановления плодородия почвы под влиянием естественной растительности, низкий выход продукции с единицы площади и большие затраты ручного труда.

Паровая система. Краткосрочные залежи, по мнению П. А. Костычева, не достигают цели, так как после их распахивания поля сильно зарастают сорняками. Однако под влиянием хозяйственно-экономических условий срок залежи все больше уменьшался, а в связи с этим сокращалась и длительность использования распаханной залежи под посевы сельскохозяйственных культур.

Для подавления сорняков и лучшего использования земли под посевы стали вводить паровую обработку почвы. Так, между посе-

вами зерновых появилось паровое поле, а переложная система в ряде случаев превратилась в переходную форму переложно-паровой, а чаще непосредственно в паровую.

Переход от примитивных систем к паровой стал крупным шагом на пути интенсификации земледелия. Улучшилось использование земли. Значительно расширились посевы зерновых культур и производство зерна.

Обработка почвы в паровом поле, особенно в сочетании с удобрением навозом, представляла уже активное вмешательство человека в естественные процессы, происходящие в почве, и позволяла поддерживать урожайность зерновых культур на более высоком уровне по сравнению с примитивными системами.

Паровая система земледелия характеризуется более высоким участием зерновых, занимающих от половины до $\frac{2}{3}$ и более площади пашни. Остальную часть ее занимают чистые пары.

Наиболее распространенными севооборотами паровой системы были двупольный (пар — зерновые), трехпольный (пар — зерновые — зерновые), реже — четырехпольный (пар — 3 года зерновые).

Однако паровая система не благоприятствовала развитию животноводства. Кормовые культуры на полях, как правило, не возделывали.

Распашка природных кормовых угодий заставила использовать пар для выпаса скота, что резко снизило агротехническую роль этого поля и в то же время не избавило от кормового кризиса. Животноводство не имело прочной основы и получило название навозного. Но и задача производства достаточного количества навоза не могла быть осуществлена в связи с увеличивающейся площадью пашни и паров. В результате средняя урожайность зерновых сохранялась на уровне 0,5—0,7 т/га, а в засушливые годы не собирали даже семян.

В центральных районах России паровую систему земледелия стали применять еще в начале XVI в. Она получила широкое распространение и оставалась господствующей системой вплоть до 1917 г.

В Западной Европе паровую систему земледелия уже давно не применяют. Сохранилась она в зерновых хозяйствах засушливых районов США, Канады и ряда других стран, где это оправдано экономически.

Многопольно-травяная система. В некоторых приморских и горных районах разных стран с развитием животноводства возникла многопольно-травяная, или выгонная, система. При этой системе ограниченную часть земельной площади выделяли под зерновые и другие культуры и не менее половины площади оставляли под естественным сенокосом и выпасом. Для повышения продуктивности естественные травы заменяли сеянными, используемыми в первые годы на укос, а затем как выгон. В связи с двояким использованием многолетних трав А. С. Ермолов считал более правильным называть эту систему не выгонной, а многопольно-травяной.

Примером такой системы может служить мекленбургская система, возникшая в середине XVIII в. в Германии из паровой.

В районах и странах с более континентальным климатом многопольно-травяная система оказалась менее эффективной по сравнению с плодосменной и другими системами с возделыванием ценных кормовых культур.

Многопольно-травяные севообороты получили некоторое применение в сочетании с зернопаровыми в Нечерноземной зоне. Например, в хозяйстве А. Н. Энгельгардта в Смоленской области применялся такой севооборот: 1—6— многолетние травы, 7—лен, 8—пар, 9—рожь, 10—яровые, 11—пар, 12—рожь, 13—яровые, 14—пар, 15—рожь.

На ферме Петровской академии (ныне Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева) с 1871 по 1897 г. применяли 12-польный севооборот Марковского, в котором шесть полей было занято многолетними травами.

Многопольно-травяную систему земледелия используют и в настоящее время в многоземельных малонаселенных странах, например в Австралии, с плотностью населения один человек на 1 км².

Большие площади посева самосеменяющихся бобовых трав (люцерны и клевера) позволяют вести земледелие без внесения азотных удобрений. Однако уровень производства продукции на 100 га пашни при этой системе невысок.

В России многопольно-травяная система в чистом виде не получила распространения, но отдельные ее элементы, например многопольно-травяные кормовые почвозащитные севообороты, с успехом применяют в сочетании с севооборотами других систем.

Паровая и многопольно-травяная системы земледелия по интенсивности значительно выше примитивных форм. Большая часть пахотно-пригодных земель превращена в пашню. Однако значительные площади отведены под чистые пары. В посевах преобладают зерновые культуры или многолетние травы; высокопродуктивных кормовых и технических культур нет или ими заняты незначительные площади. Плодородие почвы поддерживается здесь за счет природных факторов, направляемых в той или иной мере человеком (посев трав, обработка паров) и в меньшей степени — средствами производства, поставляемыми промышленностью. Поэтому эти системы земледелия нельзя считать интенсивными.

Улучшенные зерновые системы. Интенсивные формы земледелия были известны еще в Древнем Риме, но широкое их применение в странах Западной Европы относят к XVIII и XIX вв.

В России замена паровой системы земледелия происходила в районах, где развивалось молочное животноводство или внедрялись посевы технических культур, главным образом в помещичьих хозяйствах.

Здесь возникли разнообразные формы более интенсивного земледелия с применением полевого травосеяния.

Улучшение паровой системы осуществляли за счет введения в зернопаровые севообороты многолетних трав. Таково, например, четырехполье И. И. Самарина, использовавшееся в Ярославской губернии в начале XIX в.: 1 — пар, 2 — озимые с подсевом клевера, 3 — клевер, 4 — яровые зерновые или волоколамское восьмиполье: 1 — пар, 2 — озимые с подсевом клевера с тимофеевкой, 3—4 — клевер с тимофеевкой, 5 — яровые зерновые, 6 — пар, 7 — озимые, 8 — яровые зерновые.

Многопольно-травяная система земледелия также постепенно переходила в улучшенную зерновую. Этот переход совершали за счет сокращения площади под многолетними травами и увеличения посевов зерновых культур.

Улучшенная зерновая система земледелия с использованием травосеяния широко применялась в Нечерноземной зоне. В зерно-травяных севооборотах зерновые культуры занимали от половины до 2/3 пашни, 15—25 % ее отводили под чистые пары и 20—30 % — под многолетние травы. Пропашных и зернобобовых не было или они занимали незначительные площади. Плодородие почвы поддерживали с помощью многолетних трав, паровой обработки, применения удобрений, преимущественно навоза.

В Западной Европе севообороты, относящиеся к этой системе земледелия, были широко распространены в Германии, Австрии, в ряде районов Франции.

Дальнейшее развитие этой системы проходило по пути сокращения площади чистых паров и замены их занятыми, а также введения в севообороты пропашных культур и перехода к плодосменной системе. Такие переходные формы А. С. Ермолов называл улучшенной зерновой системой с более или менее развитым плодосменом.

В черноземных районах России паровую систему совершенствовали за счет введения посевов пропашных культур (сахарная свекла, подсолнечник, кукуруза и др.).

Такие же изменения претерпела паровая система земледелия и в районах картофелеводства Нечерноземной зоны.

В настоящее время эту форму улучшенной зерновой системы земледелия широко применяют в зерновых районах юга, юго-востока европейской части, меньше в Сибири. В этих условиях она наиболее эффективна и получила название паропропашной.

В паропропашных севооборотах под зерновые культуры отводили от 50 до 70 % пашни, под пропашные, зернобобовые и крупяные — 15—20 %, чистые пары занимали 15—20 %. Поддержание и повышение плодородия почвы осуществляли с помощью интенсивной обработки паровых и пропашных полей, внесения удобрений, применения мер по сохранению и накоплению влаги. Борьбу с сорняками здесь возлагали на паровые и пропашные поля.

Примером паропропашного севооборота может служить четырехполье, которое И. А. Стебут рекомендовал, например, для хозяйств со значительным удельным весом картофеля: 1 — пар, 2 —

озимые, 3 — картофель, 4 — яровые. В районе свеклосеяния применяли аналогичное четырехполье с посевом после озимых сахарной свеклы.

В начале XX в. широкое распространение получило паропропашное пятиполье, где по пару высевали две зерновые культуры (две яровые культуры в Сибири или озимая и яровая на юго-востоке), затем пропашные и яровые зерновые.

К разновидности улучшенной зерновой системы земледелия можно отнести сидеральную. Характерным признаком ее является посев в паровом поле растений, весь урожай которых запахивают в почву как зеленое удобрение. Возникновение этой системы относится к древним временам. Она была известна в Древней Греции, Римской империи и в странах Востока, но лишь в конце XIX в. Шульц-Люпитц в Германии сформулировал основы системы земледелия с применением зеленого и минерального удобрений. Она получила признание в странах с достаточно влажным климатом, но с бедными песчаными и супесчаными почвами. Основной культурой для зеленого удобрения служил горький однолетний люпин, многолетний люпин был менее распространен.

С выведением безалкалоидного кормового люпина его стали использовать как кормовое растение. На зеленое удобрение стали высевать люпин или другую культуру пожнивную, т. е. после уборки основной культуры. Вместе с тем сидеральная система утратила свою самостоятельность, так как при любой системе можно возделывать пожвные культуры.

В современных условиях сидеральная система земледелия сохранилась лишь в некоторых районах Нечерноземной зоны, где высевают многолетний люпин, но и здесь зеленое удобрение не является единственным способом поддержания плодородия почвы.

Травопольная система. С развитием полевого травосеяния и возникновением ряда систем земледелия, с посевом многолетних трав на полях решили объединить эти системы под названием травопольного хозяйства. В. Г. Бажаев (1900) считал, что этот термин сродни немецкому, под которым в Германии подразумевали систему полеводства, когда пахотную землю ряд лет используют под однолетние культуры, а несколько лет она служит кормовой площадью. Это понятие, как отмечал В. Г. Бажаев, объединяет как переложную систему, так и выгонную. С течением времени это понятие расширилось; оно включало и другие системы с возделыванием кормовых трав на полях, в том числе и улучшенную зерновую с травосеянием.

А. Н. Шишкин (1894) также рассматривал травопольное хозяйство как тип (группу) систем полеводства. Он считал, что «лишь с заведением на полях травосеяния простые зерновые системы переходят в системы травопольные — улучшенную зерновую, выгонную и плодосменную».

Зерновую систему хозяйства А. И. Скворцов (1890) подразделил

на три вида систем: парозерновую, травопольную и плодосменную. Под травопольной он подразумевал многопольно-травяную, степную переложную систему.

Таким образом, в конце XIX в. под травопольным хозяйством (или системой) понимали ряд систем, резко различающихся по интенсивности и основным признакам.

Дальнейшее развитие травопольная система земледелия получила в учении В. Р. Вильямса, который объединил улучшенный зерновой и многопольно-травяной севообороты в одну травопольную систему с двумя севооборотами: полевым и луговым. Такое сочетание было эффективным, особенно в период организации крупных коллективных и государственных хозяйств со значительной площадью сельскохозяйственных угодий. Организация севооборота с посевом многолетних трав и однолетних растений на лугах позволила в несколько раз повысить продуктивность естественных кормовых угодий. Развитие животноводства на этой основе способствовало увеличению количества навоза и повышению урожайности сельскохозяйственных культур в полевом зернотравяном севообороте.

Теоретической основой травопольной системы земледелия послужили представления о природном процессе почвообразования под естественной растительностью.

П. А. Костычев и В. В. Докучаев в 80-х годах прошлого столетия в результате наблюдений за последствиями распахки степных черноземных почв после забрасывания участка в залежь пришли к выводу о том, что плодородие почвы восстанавливается под воздействием естественной, последовательно сменяющейся травянистой растительности. Степная растительность способствовала накоплению перегноя в почве и образованию прочной зернистой структуры. Структурная почва, по мнению П. А. Костычева, может образоваться только на целине и залежи. Улучшение структуры должно было оптимизировать водный режим почвы.

Признавая недостатки переложной системы, заключающиеся в большой длительности процесса восстановления условий плодородия, то есть структуры почвы, П. А. Костычев и В. Р. Вильямс установили, что его можно ускорить. Первую фазу дернового процесса почвообразования (фаза бурьянистого перелога) можно заменить обработкой почвы, так как в течение этой фазы создается грубая структура.

Вторую, и главную, фазу, то есть образование мелкокомковатой структуры под воздействием корневой системы рыхлокустовых злаков, можно сократить посевом этих злаков на полях.

«Значение третьей фазы, — писал В. Р. Вильямс, — сводится к приданию структурным элементам прочности и к обогащению почвы перелога элементами зольной пищи растений и азотом глубоко укореняющимися бобовыми. Тот же эффект и в этой же мере может быть достигнут в культуре одновременным и совместным посевом рыхлокустовых злаков и многолетних бобовых... Таковы три основ-

ных положения, на которых базируется травопольная система земледелия».

С тех пор как почву стали использовать как средство сельскохозяйственного производства, эффективное плодородие создается не только под воздействием природных процессов, но и деятельности человека.

В. Р. Вильяме переоценил роль прочной структуры и многолетних трав как единственного средства воссоздания структуры. Он считал обязательным посев смеси многолетних злаковых и бобовых трав, так как одни бобовые якобы не могут решить эту задачу. Это противоречило многим фактам и мнению ряда ученых, в частности Д. Н. Прянишникова, который считал, что бобовые в отличие от злаковых обладают двумя полезными свойствами: улучшают структуру почвы и обогащают почву азотом. Поэтому клевер и люцерна при нормальном развитии гораздо лучшие предшественники, чем многолетние травы из семейства злаковых. Это подтверждали результаты длительных опытов.

Основные положения о прочнокомковатой структуре как главном условии плодородия почвы, о смеси рыхлокустовых злаковых и бобовых трав как единственном средстве улучшения структуры почвы не получили подтверждения и в последующих опытах. Исследованиями научных учреждений и практикой земледелия была доказана необоснованность утверждения о недопустимости посева озимых и пропашных культур по пласту многолетних трав.

На Северном Кавказе, в Центрально-Черноземной и Нечерноземной зонах, в некоторых других районах озимая пшеница и рожь остаются наиболее урожайными и основными зерновыми культурами, которые и по травяному пласту дают урожайность намного выше, чем яровая пшеница.

Наряду с севооборотами в травопольной системе земледелия большое значение придается обработке почвы. Особенно широкое распространение получила система зяблевой обработки почвы, состоящая из лущения жнивья и вспашки. Качество обработки почвы существенно повысилось благодаря применению плуга с предплужником и углублению пахотного слоя, особенно на дерново-подзолистых почвах.

Опасаясь разрушения структуры почвы, безосновательно отрицали некоторые приемы и орудия обработки, например дисковые, для предпосевной обработки. Зубовые бороны и катки рекомендовали только для ухода за растениями.

Определенное развитие получила система удобрения, особенно необходимость сочетания органических и минеральных удобрений. Вместе с тем В. Р. Вильяме ошибался, считая бесполезным применение минеральных удобрений на бесструктурных почвах, а также рекомендуя употреблять навоз в виде перегноя-сырца. Несмотря на критику этой системы некоторыми учеными (Д. Н. Прянишников, Н. М. Тулайков, Н. С. Соколов и др.), травопольную систему в 30—

40-х годах пропагандировали и повсеместно рекомендовали как единственно правильную и прогрессивную. Однако в дальнейшем она не нашла применения в земледелии нашей страны.

Полевое травосеяние не следует отождествлять с травопольной системой. Его применяют в разных системах земледелия (многопольно-травяной, улучшенной зерновой, плодосменной), резко отличающихся по интенсивности.

Улучшенная зерновая и травопольная системы представляют переходные формы от экстенсивного земледелия к интенсивному. Они отличаются от предыдущих экстенсивных систем более полным использованием пахотной земли, введением в севообороты пропашных культур или многолетних трав.

Благодаря развитию земледельческой техники улучшилась обработка почвы. В связи с увеличением поголовья скота выросло количество органических удобрений, лучше стали удобрять поля. Таким образом, возросла роль активной деятельности человека в восстановлении и повышении плодородия почвы, повысилась урожайность сельскохозяйственных культур. Однако при этих формах земледелия возможности интенсификации оставались неиспользованными.

Плодосменная система. В странах Западной Европы переход от залежной и паровой зерновой систем земледелия к более интенсивным системам совершался значительно быстрее, чем в России. Наибольшее распространение из них получила плодосменная система.

Начало этой системы было положено во Фламандии и Фландрии (нынешние Бельгия и Голландия) в XVI и XVII вв. Она быстро заняла господствующее положение в Англии, а затем во Франции (XVIII в.) и несколько позднее в Германии (XIX в.).

Важнейшими признаками плодосменной системы считались: распашка естественных кормовых угодий и превращение их в пашню, за исключением части высокопродуктивных лугов; возделывание кормовых, наиболее выгодных культур на полях; ликвидация чистых паров и замена их бобовыми травами; чередование культур, истощающих и обогащающих почву (плодосмен).

Переход к этой системе земледелия означал, что чисто зерновое хозяйство уступило место хозяйству с развитым животноводством и возделыванием технических (сахарная свекла, картофель) и других пропашных культур. Развитие животноводства побудило к расширению посевов клевера и других бобовых трав и кормовых корнеплодов.

В Англии сложился типичный для многих ее районов норфолькский севооборот: 1 — озимая пшеница, 2 — кормовые корнеплоды, 3 — ячмень с подсевом клевера, 4 — клевер. В этом севообороте выражено наиболее типичное для плодосменной системы земледелия соотношение культур: зерновые — 50 %, пропашные — 25 % и бобовые — 25 %. Характерным для плодосмены был отказ от чистого

пара, чему способствовали климатические условия Западной Европы: достаточное количество осадков и довольно продолжительный период вегетации, допускающий проведение хорошей подготовки почвы под озимые после уборки клевера, заменившего паровое поле. Внедрению плодосменных севооборотов в ряде случаев способствовали также неудачи с возделыванием на постоянных участках сахарной свеклы (Франция), корни которой поражались нематодами, накапливающимися в почве во все больших количествах. В результате свеклу стали вводить в севооборот как пропашную культуру.

Пытаясь приспособить плодосмен к условиям России, А. В. Советов подчеркивал, что плодосменная система земледелия обладает большой гибкостью. Чаще всего одно из полей в плодосменных севооборотах занимают клевером и другими бобовыми травами, однако встречаются севообороты и без многолетних трав с посевом однолетних бобовых растений, убираемых на зеленый корм, или на сено (вика, различные однолетние мешанки), или на зерно (горох, бобы, фасоль и др.).

Включение в севооборот сахарной свеклы, кормовых корнеплодов, картофеля как культур, требовательных к более глубокой обработке почвы, заставляло проводить и более глубокую вспашку, а также вспашку плугами с почвоуглубителями. Навоз вносили под пропашную культуру, наиболее отзывчивую на это удобрение; вместе с тем последствие навоза положительно сказывалось и на всех культурах севооборота.

Переход от парозернового трехполья к плодосменной системе земледелия в сочетании с усиленным удобрением и более глубокой обработкой почвы способствовал тому, что средняя урожайность пшеницы в Западной Европе с 0,7—0,8 т/га (XVIII в.) возросла до 1,6—1,7 т/га (1840—1880 гг.), а использование минеральных удобрений на фоне плодосмена повысило урожайность до 2,5—3,0 т/га (1900—1930 гг.) и до 4,0 т/га и более в последнее десятилетие.

В России плодосменную систему стали пропагандировать уже в конце XVIII в. (И. М. Комов). Страстными защитниками ее в начале и середине XIX в. были М. Г. Павлов, А. В. Советов и др.

В дореволюционной России плодосменную систему земледелия применяли успешно лишь в отдельных помещичьих хозяйствах (главным образом в свеклосеющих). В условиях одностороннего зернового и даже зерново-животноводческого хозяйства она была неподходящей. Крестьянские хозяйства не могли перейти к плодосмену из-за отсутствия необходимых экономических условий. Это мешало и общинное землепользование. В начале XX в. о преимуществе плодосменных севооборотов говорил Д. Н. Прянишников.

По современным представлениям, в плодосменных севооборотах наиболее удачно решены вопросы повышения плодородия почв — внесение навоза, посевы бобовых трав, глубокая обработка почвы и борьба с сорняками, более совершенные обработка почвы и уход за пропашными культурами.

Промышленно-заводская система. Ряд крупных ученых-агрономов и экономистов дореволюционной России считали наиболее эффективной промышленно-заводскую или огородную (овощеводческую) систему, основанную на интенсификации труда, достаточном внесении удобрений и почти не зависящую от климата и почвы.

А. В. Советов отмечал, что в России во второй половине XIX в. уже в отдельных местах паровая система давным-давно забыта и заменена новыми. К таким районам он относил Ярославскую губернию. Здесь, в Ростовском огородничестве, возделывали картофель для крахмальной и винокуренной промышленности, разводили подсолнечник и сахарную свеклу. В 1890 г. А. И. Скворцов писал, что в хозяйствах технических плодосменная система земледелия имеет резко выраженный характер, «здесь не только не допускают последовательного возделывания двух злаков, но чаще, наоборот, допускают возделывание двух корнеплодов, даже одного вида».

Однако эта система в дореволюционной России была распространена еще меньше, чем плодосменная система.

Плодосменная и особенно промышленно-заводская системы представляют наиболее интенсивные формы земледелия.

Все пахотно-пригодные земли используют под посевы ценных зерновых, зернобобовых, технических и высокопродуктивных кормовых культур. Оставшуюся площадь лугов превращают в высокопродуктивные сенокосы и пастбища. Состав культур и их соотношение зависят от специализации хозяйства и природно-экономических условий.

Чистые пары применяют лишь периодически. Многолетние, преимущественно бобовые, травы в основных севооборотах занимают сравнительно небольшую долю пашни или совсем не возделываются. На участках, подверженных водной или ветровой эрозии, доля трав возрастает.

Повышение плодородия почвы при интенсивных системах земледелия осуществляют усиленным круговоротом питательных веществ, внесением органических и минеральных удобрений, хорошей обработкой почвы, регулированием микробиологических процессов, применением химических и других средств борьбы с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур, проведением мелиоративных мероприятий, а также высоким уровнем механизации.

Следует подчеркнуть, что интенсивная система земледелия не всегда рациональна. Опыт мирового земледелия показывает, что при высокой землеобеспеченности и сложных климатических условиях выгодно вести зерновое хозяйство при минимальных затратах труда и средств, тогда как в густонаселенных местностях при благоприятном климате целесообразно развивать более трудоемкие отрасли и применять более интенсивные системы земледелия.

Примитивные системы земледелия ушли в прошлое, стали достоянием истории. Многопольно-травяная система земледелия и

прежде не имела распространения. В современной зернопаровой системе, в отличие от дореволюционной, применяют хорошую технику, более эффективные приемы обработки почвы, удобрения, проводят лесомелиоративные и противоэрозионные мероприятия, посев лучших сортов. Ее используют в засушливых районах, где возделывание пропашных и бобовых культур ограничено.

Дальнейшее развитие и широкое распространение получила *улучшенная зерновая система* с применением травосеяния, особенно в льноводных районах Нечерноземной зоны. Совершенствование ее шло при помощи замены чистых паров занятыми, сокращения сроков использования многолетних трав, увеличения количества применяемых удобрений, особенно промышленных, известкования кислых почв, углубления и окультуривания пахотного слоя дерново-подзолистых почв, внедрения новых продуктивных сортов сельскохозяйственных культур.

В севооборотах с улучшенной зерновой системой земледелия многие хозяйства часть поля занимают пропашными культурами (картофель, кукуруза и др.), что свидетельствует о переходе к более высокой системе земледелия.

В районах с интенсивным использованием сахарной свеклы, подсолнечника, кукурузы и других растений широкорядного посева, где развивали зерновую систему земледелия с посевом пропашных культур, улучшилась обработка почвы, увеличилось применение удобрений, повысилась культура земледелия. Эту разновидность улучшенной зерновой системы земледелия широко применяют в настоящее время в засушливых условиях Северного Кавказа и Центрально-Черноземной зоны, в Среднем и Нижнем Поволжье, частично в Западной Сибири. Важная составная часть системы земледелия в этих районах — полезное лесоразведение, которое ослабляет действие засухи и суховея и защищает почву от эрозии.

Дифференциация улучшенной зерновой системы земледелия достигла такой степени, что обе ее разновидности выделились в самостоятельные формы: с травосеянием — зернотравяная, с пропашными культурами — зернопаропропашная.

Значительное развитие получили интенсивные системы земледелия. В промышленных районах Нечерноземной зоны, в лесостепной полосе и на орошаемых землях других зон широко применяют *плодосменную систему*. В плодосменных севооборотах зерновыми колосовыми занимают примерно 50 % пашни, другую половину площади отводят под бобовые и пропашные культуры (кормовые и технические).

Удельный вес бобовых (непропашных) может составлять до 25 %, пропашных — от 25 до 50 %. Чистые пары отсутствуют. Применяют посевы промежуточных культур. Многолетние травы обычно используют один год, а затем сеют озимые культуры. Реже вместо бобовых трав высевают зернобобовые или пропашные культуры. Особенность агротехнических мероприятий при плодосменной си-

стеме состоит в соблюдении принципа плодосменности, применении органических и минеральных удобрений, осушении заболоченных земель и орошении почв в засушливых районах, применении мероприятий по защите почвы от водной эрозии.

Дальнейшее развитие получила промышленно-заводская система земледелия, названная в современной науке и практике *пропашной системой*. Ее применяют в хозяйствах, выращивающих технические и кормовые пропашные культуры, а также в специализированных овощекртофелеводческих хозяйствах. При этой системе земледелия пропашные культуры занимают большую часть пашни, их высевают в севооборотах два года подряд и более. Чистые пары отсутствуют. Получают распространение посевы вторичных и промежуточных культур. Большое значение для повышения плодородия почвы в пропашной системе земледелия имеют более тщательная обработка почвы, внесение значительных количеств органических и минеральных удобрений, орошение земель в засушливых районах и осушение в избыточно увлажненных, борьба с эрозией почвы, особенно с водной.

Наряду с этим в некоторых зонах сложилась такая структура посевных площадей, при которой пропашные культуры занимают меньшую часть пашни, а большую отводят под зерновые, что нашло отражение в зернопропашных севооборотах. Возделывание пропашных культур с многолетними травами послужило основой травянопропашных севооборотов. Возникла необходимость дальнейшей дифференциации пропашной системы земледелия.

В крупных хозяйствах, располагающих неоднородными почвами и возделывающих много различных сельскохозяйственных культур, часто приходится сочетать севообороты, основанные на разных принципах и отражающие разные системы земледелия. Поэтому любая схема не может вместить все разнообразие форм земледелия, но она выражает главные из них и показывает направление развития земледелия.

Большое разнообразие форм земледелия обусловлено зональными особенностями. Разработаны рекомендации по системе ведения хозяйства для всех природно-экономических районов с учетом последних достижений агрономической науки и передовой практики.

По классификации С. А. Воробьева, В. И. Румянцева, В. П. Нарциссова, на территории России существуют следующие системы земледелия: зернопаровая, зернопропашная, зернопаропропашная, зернотравяная, плодосменная, пропашная (промышленно-заводская).

Приведенный перечень современных систем земледелия не полностью учитывает все разнообразие природно-экономических условий и специализаций отраслей сельского хозяйства нашей страны.

Установление принципов классификаций и наименований существующих систем земледелия — важнейшая задача сельскохозяй-

зяйственной науки. Современный методологический подход к формированию систем земледелия позволяет сформировать новые положения их классификации. По В. И. Кирюшину (1996), главными ее критериями могут быть: совокупность природных факторов, основные направления растениеводства с учетом потребностей в той или иной продукции, совокупность факторов интенсификации производства (формы и уровни интенсификации), основные способы производства и формы использования земель, экологические ограничения.

Глава 3

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Современное земледелие — многокомпонентная система, отдельные элементы которой находятся во взаимосвязи между собой и природной средой. Поскольку природная среда очень изменчива и труднопрогнозируема, земледелие относят к сложным системам. Сложность системы земледелия придает ее открытость, характеризующаяся постоянным обменом вещества, энергии и информации с внешней средой.

В современных условиях в связи с возросшими задачами и интенсификацией сельского хозяйства понятие системы земледелия значительно усложнилось. В широком социально-экономическом смысле под земледелием понимают высокопродуктивное, устойчивое, экологически обоснованное и экономически эффективное производство высококачественной продукции растениеводства при рациональном использовании земли и воспроизводстве почвенного плодородия.

В более узком смысле под системой земледелия понимают комплекс агротехнических, мелиоративных и организационно-экономических мероприятий, направленных на эффективное использование земли и других ресурсов, сохранение и повышение плодородия почвы с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Под используемыми землями подразумевают не только пашню, но и все земли, которые могут быть годны для сельскохозяйственных целей, луговые и пастбищные угодья, заболоченные и заросшие кустарником и нарушенные земли, если их можно привести в пригодное для земледелия состояние.

Научно обоснованная система земледелия должна обеспечивать защиту почвы от водной эрозии и дефляции, успешное регулирование водного режима, экологическую безопасность и охрану окружающей среды (водоемов, лесов и др.) от загрязнения пестицидами и минеральными удобрениями, создание благоприятных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур, труда и жизни человека.

Отличительной особенностью современных систем земледелия является агроландшафтный подход к их разработке и совершенствованию. Это значит, что они должны быть хорошо адаптированы к местным ландшафтам, отвечать требованиям экологической чистоты и создавать предпосылки для рационального использования земли и повышения почвенного плодородия, получения высоких и устойчивых урожаев.

Адаптивно-ландшафтная система земледелия — система использования земли, направленная на производство продукции с учетом экономических и материальных ресурсов и обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия.

Термин «ландшафтная» в названии системы означает, что она разрабатывается в пределах конкретной категории агроландшафта, который трансформируется в соответствии с оценкой экологических условий в агроэкологическую группу земель.

Ландшафтная система земледелия может существовать только на уровне хозяйства. Для района, области могут быть сформулированы общие отличительные особенности ландшафтных систем земледелия хозяйств данного региона. Ландшафтность систем земледелия — это абсолютная дифференцированность и максимально возможная технологичность земледелия, которые достижимы на элементарном уровне, т. е. на уровне конкретных хозяйств.

Ландшафт — это относительно однородный участок географической оболочки земли, который выделяется в ходе ее эволюции и отличается структурой, характером взаимосвязей и взаимодействия между компонентами.

Ландшафты, освоенные сельскохозяйственным производством, получили название агроландшафтов. В процессе земледельческого использования природный ландшафт не перестраивается до основания, а лишь частично преобразуется. Поэтому агроландшафты следует рассматривать как измененные под воздействием антропогенных факторов природные ландшафты.

Сущность современных систем земледелия. Сущность системы земледелия как научно обоснованного агроэкологоэкономического комплекса определяется категорией урожая — результата сложного взаимодействия почвы (плодородия), растений, климата, агропроизводственной деятельности человека на определенной территории и во времени. Поэтому главная цель системы земледелия — получение максимальных, стабильных урожаев с высоким качеством продукции.

Этого можно достичь только при наиболее полном использовании солнечной энергии, поступающей на единицу площади данного региона. Максимально возможное потребление солнечной энергии зависит от плодородия почвы, т. е. от наличия земных факторов жизни растений, которые в ней есть или могут быть в нее привнесены.

Формирование урожая подчиняется общебиологическим законам и законам земледелия. Действие их осуществляется преимущественно через почву, ее плодородие. Поэтому при обосновании систем земледелия и их реализации важно знать и учитывать закономерности формирования, воспроизводства и использования плодородия почвы. Они должны рассматриваться во взаимосвязи с растением, климатом, агропроизводительной деятельностью человека и особенностями исходной почвы.

При всей важности экономических и социальных связей в земледелии они все же вторичны по отношению к создаваемому продукту. Первично биологическое существо этого продукта, его количество и качество. Приоритет биотехнологического начала определяет агрономическую суть и теоретическую основу систем земледелия. Количество связанной в урожае солнечной энергии — важнейшее условие высокоэффективного земледелия. Оно определяется природными, технологическими и социально-экономическими факторами.

Влияние природных факторов на биопродукционный процесс обусловлено климатом, почвой, растением. Каждой природной зоне соответствуют определенные количества физиологически активной радиации, тепла и осадков и их распределение в течение года, уровень потенциального плодородия почв, видовой состав растений и характер создаваемого продукта. Это первичные объективные условия, ограничивающие величину и качество земледельческой продукции.

Вторичными и субъективными факторами, влияющими на биопродукционный процесс и размер земледельческого продукта, являются технологии производства продукции (соотношение культур в севообороте, энергетическое обеспечение и др.), экономические, социальные и даже исторические условия.

Связующей основой первичных и вторичных факторов является культурное растение, урожайность которого зависит от функционирования системы земледелия в целом.

Среди факторов формирования урожая основное значение имеют плодородие почвы и потенциальная продуктивность растений. Они в первую очередь лимитируют эффективность системы земледелия. Это обусловлено тем, что использование возрастающих количеств факторов жизни растений невозможно без посреднической функции почвы, ее плодородия.

Одновременно повышаются требования и к культурному растению, направленному изменению его природы для получения максимального урожая высокого качества. Другие факторы урожая (производительная деятельность человека, погодные условия и время) реализуются в конечном итоге через почву и растение.

Получение урожая связано с использованием компонентов плодородия: органического вещества, минеральных питательных веществ и воды. Все эти компоненты материальны и подлежат воз-

врату для сохранения или повышения уровня плодородия почвы. Простое или расширенное воспроизводство плодородия почвы — обязательное условие эффективного функционирования систем земледелия.

Таким образом, теоретической основой систем земледелия является учение о регулировании продукционного процесса в агроценозах и воспроизводстве плодородия почв. Растение и почва рассматриваются как единое целое, как основной фактор устойчивости земледелия. Это единство достигается на основе максимальной адаптации к конкретным условиям агроландшафта с нормативными экологическими ограничениями. Суть адаптации заключается в том, чтобы, учитывая биологические и агротехнические требования сельскохозяйственных культур, найти отвечающие им агроэкологические условия или создать их путем последовательной оптимизации лимитирующих факторов.

Составные части систем земледелия. Система земледелия как единое целое состоит из взаимосвязанных частей (звеньев). К ним относятся: организация территории землепользования хозяйства и севооборотов, система обработки почвы, система удобрения, система защиты растений, технологии возделывания сельскохозяйственных культур, система семеноводства, мелиоративные мероприятия, система контроля за экологической ситуацией в хозяйстве и др.

Значение каждой составной части системы земледелия в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почвы в разных агроландшафтных условиях неодинаково. Однако только при наличии всех научно обоснованных и взаимосвязанных звеньев система может функционировать эффективно.

Организация территории землепользования хозяйства и севооборотов. Научно обоснованная организация земельной территории хозяйства со всеми его угодьями (пашня, естественные сенокосы и пастбища, лес), водными бассейнами, дорожной сетью, производственными постройками и другими объектами служит организационно-технологической основой, объединяющей все части системы земледелия в единое целое. Учитывая подверженность практически всех почв водной эрозии или дефляции, организация территории землепользования каждого хозяйства должна быть противозерозионной (почвозащитной).

Формами организации земельной территории могут быть прямоугольная, контурная, контурно-полосная, контурно-мелиоративная.

В различных природных зонах страны соотношение площадей основных угодий (пашни, естественных кормовых угодий, леса, водоемистиков) неодинаковое. В южных районах с большей (до 80—90 %) распаханностью земель преобладает пашня, в более северных (до 60—70 %) — лесные и естественные кормовые угодья. В зависимости от площадей, занятых пашней и естественными кормовыми

угодьями, специализации хозяйства разрабатывают структуру посевной площади и систему севооборотов.

Организация системы севооборотов основывается на агроэкологической группировке земель и структуре посевной площади. Минимальное количество севооборотов должно равняться числу агроэкологических групп земель, а максимальное — зависит от технологической целесообразности и экономической эффективности проведения работ. Земельные участки с ограниченной пригодностью для большинства культур используют по индивидуальному плану вне севооборота.

При формировании системы севооборотов важно иметь в виду, что схема чередования культур в каждом из них должна быть наиболее оптимальной для каждой группы земель, обеспечивать экологическую безопасность агроландшафта.

Система обработки почвы. Механическая обработка почвы — важное звено системы земледелия любого хозяйства. В современных технологиях возделывания культур на обработку почвы приходится 35—40 % энергетических и 25—30 % трудовых затрат. От обработки почвы зависят физические, агрохимические и биологические показатели плодородия почвы, во многом определяющие величину и качество будущего урожая.

Правильная система обработки почвы обеспечивает сохранение и повышение ее плодородия, эффективное использование удобрений, осадков, поливной воды, успешную борьбу с засухой, дефляцией и водной эрозией, сорняками, возбудителями болезней и вредителями растений, т. е. создает благоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур.

При построении системы обработки почвы должны соблюдаться следующие принципы:

1. Дифференциация способов и технологий обработки в зависимости от природных факторов (особенностей агроландшафта, свойств почвы и уровня плодородия), биологических особенностей культур, степени проявления эрозионных процессов, гидрологических условий, а также фитосанитарного состояния почвы.

2. Принцип разноглубинности обработки почвы в севообороте, который предусматривает обоснованное чередование приемов отвальной, безотвальной, глубокой и поверхностной обработок в соответствии с условиями агроландшафта и отзывчивостью культур на глубину обработки и мощность пахотного слоя.

3. Принцип минимализации. Он реализуется в первую очередь на хорошо окультуренных высокоплодородных почвах с оптимальными для растений агрофизическими свойствами.

4. Экологическая, экономическая и почвозащитная целесообразность применения способов и технологий обработки на основе оценки энергетического баланса всех видов затраченной энергии и содержания ее в урожае и плодородия почвы.

Систему обработки почвы разрабатывают для каждого севообо-

рота с учетом требований культуры, особенностей агроландшафта (крутизна и экспозиция склона, проведение мелиоративных мероприятий и др.), доз и способов внесения удобрений, необходимости защиты растений и других требований.

Дальнейшее совершенствование системы обработки почвы связано с адаптацией ее к геоморфологическим и литологическим условиям агроландшафта, а также углубленной дифференциацией в соответствии с агроэкологическими требованиями сельскохозяйственных культур.

Система удобрения. В агроценозах, в отличие от естественных биогеоценозов с относительно замкнутым циклом биогенных элементов, происходит разрыв этого цикла из-за отчуждения питательных веществ с урожаем, потерь в результате стока, эрозии, денитрификации, инфильтрации. Нарушение баланса питательных веществ приводит к уменьшению производства продукции и ухудшению ее качества, снижению плодородия почвы и устойчивости агроландшафта. Поэтому устранение дефицита биогенных элементов в земледелии осуществляют с помощью удобрений.

Система удобрения — это комплекс агрономических и организационных мероприятий, направленных на использование органических и минеральных удобрений с целью повышения урожая и его качества и воспроизводства плодородия почвы. Применение органических и минеральных удобрений в современных системах земледелия необходимо.

Система удобрения, во-первых, включает разработку и выполнение организационно-хозяйственных и экономических мероприятий, связанных с производством, заготовкой, закупкой, перевозкой и хранением удобрений. К ним относятся: выявление всех ресурсов по производству местных удобрений, их заготовка и правильное хранение; определение потребности в различных компостах и их заготовка, в мелиоративных материалах для известкования кислых и гипсования солонцовых почв, в промышленных минеральных удобрениях, организация их завоза, правильное хранение и внесение в почву. Важно предусмотреть смешивание и внесение удобрений с заданным соотношением питательных элементов и с учетом плодородия почвы, требований культуры и агротехники. При планировании этих работ важно максимально задействовать комплексную механизацию всех технологических процессов по применению как органических, так и минеральных удобрений.

Во-вторых, система удобрения — это рациональное размещение удобрений по севооборотам и внутри них под различные культуры, а также выбор оптимальных доз, сроков и способов использования удобрений. Эту часть системы удобрения разрабатывают с учетом местных почвенно-климатических условий и экономики хозяйства.

Система удобрения в севообороте — составная часть общей системы удобрения в хозяйстве. Она основывается на планах применения органических и минеральных удобрений, извести и других

удобрительных средств под культуры севооборота. В этих планах предусматривают дозы, сроки и способы внесения удобрений под отдельные культуры с учетом планируемого урожая, биологических особенностей питания культур и их чередования, технологии возделывания, почвенно-климатических и гидрологических условий, свойств удобрений, экономических условий хозяйства.

В условиях интенсификации земледелия система удобрения в севооборотах способствует воспроизводству плодородия почвы, повышению урожайности отдельных культур и продуктивности севооборота в целом, улучшению качества сельскохозяйственной продукции, высокой экономической эффективности применяемых удобрений, сохранению и улучшению экологической обстановки. Учитывая низкий уровень естественного плодородия основных типов и разновидностей почв Нечерноземной зоны, воспроизводство их плодородия должно быть расширенным.

На сложных эрозионно опасных агроландшафтах система удобрения должна учитывать разнообразие элементов рельефа и их морфологическую характеристику, степень смытости почвы, сток, литологические условия, чтобы не допустить смыва питательных веществ, превышающего экологически допустимые нормы.

Наряду с ландшафтным подходом к распределению и использованию удобрений необходимо учитывать эффективность их взаимодействия с элементами и системами земледелия — обработкой почвы, севооборотом, сроками посева, нормами высева семян и т. д. Азотное удобрение в значительной мере выступает как решающий фактор минимизации обработки почвы, использования соломы в качестве мульчи, сокращения доли чистого пара в севооборотах, углубления их специализации. Без применения фосфорных удобрений резко снижается эффективность чистого пара, увеличиваются потери минерального азота из почвы из-за неполного его использования растениями при дефиците фосфора. Применением удобрений можно регулировать рост и развитие растений на различных этапах органогенеза, ускорять или замедлять их созревание с учетом сроков посева и формирования площади питания растений различными способами посева и нормами высева семян.

Рядковое удобрение ускоряет рост вторичной корневой системы зерновых злаков, что нередко имеет решающее значение в формировании урожая. Применение удобрений позволяет предотвратить или смягчить воздействие на растения различных стрессов, повышая приспособляемость культур к неблагоприятным условиям, их засухо- и морозоустойчивость и т. д.

Удобрения влияют на устойчивость растений к болезням. В частности, фосфорные удобрения усиливают развитие корневой системы, повышают сопротивляемость растений болезням, развитию патогенов. Калийные удобрения, способствуя утолщению клеточных стенок, повышению прочности механических тканей, существенно сдерживают развитие грибных болезней. Противоположную роль в

этом отношении играет избыточное азотное питание растений, стимулирующее возникновение болезней.

Сбалансированное удобрение в интенсивных технологиях возделывания зерновых культур ослабляет патологический процесс, но нередко приходится прибегать к обработкам фунгицидами, особенно при низкой устойчивости сорта к болезням при высоком уровне азотного питания. Голодание растений при недостатке того или иного питательного элемента часто сопровождается развитием болезней.

Система удобрения в севообороте зависит от уровня обеспеченности агрохимическими ресурсами. На первом этапе ее разработки решается задача регулирования питания растений в тех звеньях, где оно наименее сбалансировано: оптимизация фосфорного питания зерновых, размещаемых по пару, азотного — на фонах безотвальной и минимальной обработок, особенно при оставлении соломы; весенние подкормки озимых культур и многолетних трав, стартовое рядковое удобрение и др. При достижении необходимого уровня обеспеченности пашни минеральными удобрениями, требуемого для освоения противозерозионных мероприятий, севооборотов с определенным соотношением культур, чистого и занятого паров, т. е. оптимизации систем земледелия, дальнейшее их применение должно осуществляться в расчете на планируемую урожайность сельскохозяйственных культур. При определении максимальной дозы удобрений, если в этом возникает необходимость, следует ориентироваться на максимальную прибыль с учетом экологических ограничений. Выбирая оптимальные дозы в зависимости от почвенно-климатических условий и обеспеченности ресурсами, важно иметь в виду, что чрезмерная концентрация удобрений на отдельных полях так же неразумна, как и распыление их по полям.

Наиболее эффективно совместное применение оптимальных доз органических и минеральных удобрений.

Экологические негативные последствия, особенно проявляются при производстве овощных культур, которые отличаются наибольшей способностью накапливать нитраты и другие остаточные химические соединения. Овощеводство нуждается в первоочередной биологизации, повышении доли перегноя в системе удобрения, многолетних трав в севооборотах, применении биологических препаратов для защиты растений.

Большую опасность для окружающей среды представляет чрезмерная концентрация отходов животноводства. Основной путь их использования — удобрение многолетних трав.

Серьезной экономической и экологической проблемой остается неравномерность внесения органических и минеральных удобрений. При этом наблюдаются пестрота стеблестоя, неравномерность созревания, снижается качество продукции, усиливается вымывание питательных веществ. Потери за счет инфильтрации возрастают с повышением доз удобрений. По данным Т. Н. Кулаковской, в

Белоруссии в годы с избыточным увлажнением вымывание азота на песчаных почвах достигает 60 кг/га, на супесчаных — 20—25, на суглинистых — 10 кг/га. В годы с нормальным увлажнением эти показатели снижаются примерно вдвое. Потери азота в результате улетучивания газообразных его соединений составляют 10—30 % внесенного (Минеев, 1984).

Для предотвращения потерь азота в окружающую среду следует оптимизировать дозы азотных удобрений под каждую культуру севооборота, вносить их в правильные сроки, равномерно распределять и заделывать в почву, грамотно выбирать формы удобрений.

В процессе интенсификации земледелия усиливается экологическая роль органического вещества почв, их гумусового состояния. В отличие от экстенсивных систем земледелия, когда органическое вещество почв служило основным источником питания растений, в современном земледелии оно определяет границы интенсификации за счет обеспечения буферногоTM почв и поглотительной способности по отношению к удобрениям, биологической активности, способствующей трансформации пестицидов и других химических веществ. Кроме того, органическое вещество почвы определяет возможность применения минимальной обработки и сокращения энергетических затрат, способствует повышению устойчивости земледелия в неблагоприятных погодных условиях.

Поэтому при разработке системы удобрения воспроизводству органического вещества почвы должно быть уделено основное внимание.

Система защиты растений. На современном этапе разработки и освоения системы защиты растений от вредных организмов она рассматривается с точки зрения управления и регулирования фитосанитарного потенциала посевов и почвы. Регулирование численности вредных организмов осуществляют с помощью проведения взаимосвязанных организационных, агротехнических, биологических и химических мер. Значение каждой из них зависит от экологических, хозяйственно-экономических и погодных условий.

Рациональная организация системы защиты растений от вредных организмов основана на учете их численности, вредоносности, прогнозе появления. Прогноз, в свою очередь, служит основой для планирования объемов проводимых работ, определения потребности в агротехнических, химических, биологических средствах, технике, материальных и трудовых затратах.

Целью и задачей защиты растений являются сохранение урожаев при широком использовании регулирующих механизмов внутри агроэкосистем и поддержание количества вредных организмов на уровне экологических и экономических порогов вредоносности.

Большую роль в защите растений играет степень научной обоснованности других звеньев системы земледелия. Высокая их адаптивность к агроландшафтам позволяет максимально использовать регулирующие факторы обилия вредных организмов, присущие

каждому элементу системы земледелия. При этих условиях защита растений будет более эффективной.

Организационно-хозяйственные меры по защите растений включают: освоение севооборотов, использование высококлассных семян районированных сортов, устойчивых к болезням и вредителям, соблюдение сроков и качества проведения технологических приемов и предупредительных мер.

Агротехнические методы в системе защиты растений используют при проведении предпосевных, послепосевных и послеуборочных обработок почвы с применением различных сельскохозяйственных машин. Методы провокации, истощения, удушения, вычесывания, механического удаления вегетирующих сорных растений и другие применяют как в системе обработки почвы, так и при уходе за посевами.

Химические меры защиты растений предполагают протравливание семян, опрыскивание почвы и посевов пестицидами, дезинфекцию хранилищ и токов, применение отравленных приманок. При использовании химического метода важно соблюдать сроки, дозы и способы применения препаратов, меры по охране окружающей среды и технику безопасности.

Роль химических мер возрастает с усилением специализации производства и повышением уровня интенсификации. Отказ от них в современном земледелии приводит к существенному уменьшению эффективности удобрений, мелиорации и других факторов.

Биологический метод регулирования численности вредных организмов включает поддержание плотности природных энтомофагов с помощью биологических препаратов, интродукцию паразитов или хищников, искусственное наращивание численности энтомофагов, использование энтомопатогенов, феромонов, гормонов насекомых, репеллентов или аттрактантов, выпуск стерильных насекомых и др.

В целом эффективность системы защиты растений определяется уровнем интеграции существующих методов защиты и степенью адаптации их к биологии сельскохозяйственных культур и вредных организмов, погодным и хозяйственно-экономическим условиям.

Технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Технология как искусство возделывания культур представляет собой технологический комплекс приемов, направленных на создание наиболее благоприятных условий для роста и развития растений.

Технологический комплекс включает приемы, выполняемые с момента освобождения поля предшественником до уборки урожая включительно. К ним относятся основная и предпосевная обработки почвы, внесение удобрений, подготовка семян к посеву, посев, уход за посевами, связанный с поддержанием оптимального агрофизического состояния почвы (пропашные культуры) и за-

щитой растений от сорных растений, вредителей и болезней, уборкой урожая.

Исходной позицией при разработке технологии возделывания культур являются агроэкологические требования культуры и сорта к условиям произрастания. Последовательное преодоление факторов, лимитирующих урожайность культуры и качество продукции, позволяет сформировать наиболее оптимальную технологию возделывания для конкретных условий хозяйства.

Создание наиболее благоприятных условий для произрастания растений основывается на материально-технических ресурсах хозяйства, его экономической эффективности и опыте производства.

Все технологические приемы по возделыванию культур должны тесно увязываться с другими звеньями системы земледелия: обработка почвы, внесение удобрений, защита растений и т. д., которые разрабатывают с учетом требований культуры и воспроизводства плодородия почвы.

Для разной обеспеченности хозяйства производственными ресурсами (сельскохозяйственная техника, удобрения, пестициды, семена и др.) должны разрабатываться различные варианты технологий.

Интенсивные технологии принципиально отличаются от традиционных по набору технических, агрохимических, биологических средств. Эти технологии предполагают не только обеспечение оптимального уровня минерального питания растений и соответствующую защиту от сорняков, болезней и вредителей, но и качественно отличные способы предпосевной обработки почвы с помощью специальных машин, посева на одинаковую глубину сеялками точного высева, ухода за посевами с использованием опрыскивателей, уборки урожая высокопроизводительными техническими средствами.

При многоукладной экономике необходим дифференцированный подход к технологиям возделывания сельскохозяйственных культур в зависимости от различных форм организации труда. Особенности этих технологий — подбор сортов со сроками посева и уборки урожая, уменьшающими напряженность полевых работ, совмещение технологических приемов по обработке почвы, внесению удобрений, пестицидов, посеву и т. д.

Система семеноводства. Получение семян высокого качества зависит от уровня организации внутрихозяйственного семеноводства.

Организация внутрихозяйственного семеноводства включает: планирование производства семян, технологии возделывания полевых культур на семена, сортовой и семенной контроль, послеуборочную обработку, хранение и подготовку семян к посеву, сортомену и сортообновление.

При планировании производства семян учитывают источники поступления семян, порядок сортомены и сортообновления,

структуру посевных площадей, урожайность кондиционных семян, норму высева, создание основных, страховых и переходящих фондов семян, материально-техническое обеспечение семеноводства.

При разработке технологии возделывания сельскохозяйственных культур на семена необходимо учитывать, что высокая насыщенность пестицидами и минеральными удобрениями, бессменная культура приводят к ухудшению всхожести и силы роста семян, а иногда и качества урожая.

При выращивании высококачественных семян районированных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур осуществляют сортовой контроль. Цель сортового контроля — установить соответствие посевов сорту, который значится в документах на высеянные семена, а также определить степень сортовой чистоты (типичности) и пригодности посева в целом на семена. Основным методом сортового контроля — полевая *апробация*, при которой кроме сортовой чистоты и типичности определяют засоренность посевов трудноотделимыми культурными и сорными растениями, устанавливают наличие карантинных, злостных и ядовитых сорняков, степень поражения посевов болезнями и повреждения вредителями, контролируют соблюдение технологии выращивания и ведение сортовой документации.

Контроль за качеством семян бывает внутрихозяйственным и государственным. *Внутрихозяйственный контроль* проводят во время уборки, в момент поступления семян на ток, в период послеуборочной обработки и хранения. *Государственный семенной контроль* обеспечивает Государственная служба семенного контроля.

Сортосмена предусматривает замену старых низкопродуктивных или низкокачественных сортов, выращиваемых в хозяйстве, новыми, а *сортаобновление* — периодическую замену семян уже распространенных в производстве сортов низких репродукций более высокими. Основой обновления является элита. Срок сортаобновления — раз в 4–6 лет.

В идеале при плановом введении новых сортов в производство сортаобновления быть не должно. Создание нового сорта должно проходить за период, в течение которого ухудшение сортовых качеств и урожайных свойств старого сорта достигает экономической значимости. Однако на практике постоянная сортосмена (через 4–5 лет) пока невозможна.

Обеспечение товарных посевов хозяйства семенами высокого качества — основная задача системы семеноводства хозяйства.

Мелиоративные мероприятия. Они направлены на коренное улучшение земель и микроклимата. К ним относятся: орошение, осушение, обустройство водоемов, внесение химических мелиорантов, проведение культуртехнических работ (уничтожение кочек и кустарников, выравнивание, поверхностное и коренное улучшение сенокосов и пастбищ, сбор камней), рекультивация земель, мелиоративная обработка почвы (поделка микролима-

нов, лунок, водозадерживающих и водорегулирующих валов, канав, щелевание, кротование, чизелевание, ярусная вспашка солонцов и подзолистых почв), агролесомелиорация и т. д.

Орошение регулирует водообеспеченность растений и способствует созданию наиболее благоприятных водного, питательного, воздушного, теплового, солевого режимов почвы. Оросительные системы могут быть регулярно действующие. При этом вода подается в нужные сроки и в необходимом количестве. Кроме того, существует однократно действующее орошение — лиманное. При таком орошении земляные валы задерживают талые и паводковые воды, которые впитываются в почву, увеличивая запасы влаги в почве. Специальные виды орошения — удобрительные (полив водой, содержащей питательные элементы), теплотельные (используют отработанные воды тепловых станций, гейзеров для орошения полей, теплиц, парников), промывные (подача воды на поля для растворения и вымывания из корнеобитаемого слоя почвы вредных солей).

Осушение переувлажненных и заболоченных земель способствует регулированию водно-воздушного режима в корнеобитаемом слое почвы. Основными методами осушения являются:

ускорение стока поверхностных и почвенных вод на водоразделах и пологих склонах с тяжелыми почвами и атмосферным типом водного питания;

перехватывание поверхностных и грунтовых вод, поступающих на осушаемую территорию со стороны водосбора и реки;

понижение уровня грунтовых вод на переувлажненных или заболоченных участках с высоким уровнем их стояния;

отеплительные мелиорации в условиях многолетней мерзлоты, где переувлажнение связано с глубоким промерзанием покровных почвогрунтов;

двустороннее регулирование почвенной влаги, осушение и увлажнение почвы.

Способы осушения земель — это технические и агротехнические приемы и средства, с помощью которых проводят осушение. В зависимости от типа водного питания, почвенных, геологических условий и хозяйственного использования земель различают следующие способы их осушения:

одиночными каналами и систематической открытой сетью на водопроницаемых почвах;

открытыми каналами и закрытым горизонтальным дренажем в сочетании с агролесомелиоративными мероприятиями на слабОВОдо-непроницаемых минеральных почвах;

закрытым дренажем маломощных торфяников, подстилаемых слабопроницаемыми грунтами и используемых под пашню;

предварительное осушение мощных (более 1,5—2 м) торфяников открытыми каналами и кротовым дренажем с последующей (после осадки торфа) закладкой закрытого дренажа;

осушение торфяников открытыми каналами в сочетании с раз-

реженным закрытым дренажем при использовании их под пашню и пастбища.

Агролесомелиорация способствует улучшению микроклимата, снегораспределению, преодолению водной эрозии и дефляции, улучшению водного режима агроландшафта.

Система контроля за экологической ситуацией в хозяйстве. Она включает наблюдение за состоянием почвенного покрова и плодородия почв агроландшафтов, поверхностных и грунтовых вод, многолетней растительности (сенокосы, пастбища, многолетние насаждения), природных мест гнездования птиц и обитания насекомых (опылителей растений), накоплением нитратов и пестицидов в растениеводческой продукции.

На эрозионно опасных и эродированных землях предусматривают почвозащитные севообороты и способы обработки почвы, агролесомелиорацию, гидротехнические и противоэрозионные сооружения. Для районов проявления водной эрозии разрабатывают эрозионные комплексы, для районов проявления дефляции — противодефляционные комплексы, а для районов совместного проявления водной и ветровой эрозии — противоэрозионно-дефляционные комплексы. В горных районах применяют противоселевые сооружения, на орошаемых и осушенных землях — комплекс мер по предотвращению ирригационной эрозии почв.

Мероприятия по охране окружающей среды разрабатывают для каждого звена системы земледелия с учетом экологических, организационных и природных особенностей хозяйства.

Эффективность освоения системы земледелия зависит от четкого и полного выполнения всего комплекса мероприятий и каждого звена в отдельности. Частичное выполнение комплекса или реализация мероприятий по некоторым звеньям не дает должного результата по повышению эффективности системы земледелия в целом.

Систему земледелия необходимо постоянно совершенствовать и развивать по мере накопления новых научных разработок и практического опыта, совершенствования технических средств производства.

Глава 4

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОНАХ РОССИИ

4.1. ТАЕЖНО-ЛЕСНАЯ ЗОНА

Природно-климатические условия. Климат. Умеренно континентальный, с нарастанием континентальности с запада на восток. Среднее количество осадков за год уменьшается от избыточного на северо-западе до недостаточного на востоке и юго-востоке. Так, если в западных районах выпадает в год 700—750 мм осадков, а сум-

ма активных температур за вегетационный период достигает 2000 °С, то в восточных районах зоны среднегодовое количество осадков снижается до 400—500 мм, а сумма активных температур — до 1400—1500 °С.

По годам и периодам года количество осадков сильно колеблется. Отклонения от средней многолетней нормы в отдельные годы достигают 50—60 %. Нередко их слишком мало в первой половине лета, в наиболее ответственные фазы развития растений, и слишком много — во второй, во время уборки урожая. В восточных, юго-восточных и южных районах часто бывают засухи. Поэтому в системе агротехнических мероприятий необходимо предусматривать приемы по обеспечению посевов влагой в критические периоды их развития и по борьбе с переувлажнением почвы во второй половине лета, а в западных и северо-западных районах и весной.

Высокий удельный вес твердых осадков и большие запасы воды в снеге определяют необходимость включения в зональный агрокомплекс мер по предотвращению большого стока талых вод и смыва почвы (водной эрозии).

Высокий снежный покров (более 20 см), как правило, надежно защищает озимые культуры от морозов. Средний минимум температуры почвы на глубине узла кущения в большинстве районов составляет —5...—8 °С, т. е. близок к оптимальному значению.

Почвенный покров. Отличается большим разнообразием. Преобладают дерново-подзолистые почвы разной степени оподзоленности и мощности дернового горизонта. В северных и северо-западных районах зоны распространены подзолисто-болотные, подзолисто-глеевые, болотные, торфяно-глеевые и луговые почвы. В южных районах широко представлены серые и темно-серые лесные почвы. В поймах рек распространены пойменные аллювиальные почвы.

Дерново-подзолистые почвы малогумусированы (0,8—2 % гумуса), имеют повышенную кислотность, слабую насыщенность основаниями, бедны биологически важными элементами питания растений (азотом, фосфором, кальцием и др.). Биологическая активность неокультуренных дерново-подзолистых почв низкая. Значительные площади пашни и естественных кормовых угодий в Северо-Западном и Северо-Восточном районах засорены камнями.

Серые лесные почвы обладают более высоким содержанием гумуса (от 2 до 4 %) и меньшей оподзоленностью, чем дерново-подзолистые.

По гранулометрическому составу почвы Нечерноземной зоны представлены суглинками, а также супесями и песчаными почвами. Поэтому необходимо строго подходить к определению способов основной обработки и технологий возделывания культур.

Рельеф. Таежно-лесная зона характеризуется неоднородным рельефом. Относительно спокойный в северной, западной и центральной частях, в южных и юго-восточных районах он становится

более расчлененным, эрозионно опасным. Сильная расчлененность территории сопровождается большим стоком талых и ливневых вод (700—1000 м³/га), смывом (до 25—50 т/га) и размывом почвы, ускоренным оврагообразованием, вызывает дренированность и иссушение полей, приводит к снижению плодородия земель и большому недобору урожая.

Растительный покров. Большая часть территории, особенно северные и северо-восточные районы, имеют высокую степень облесенности (70—90 %). Наличие богатой лесной растительности на основной площади земель способствует лучшему сохранению почв от водной эрозии.

Травянистая растительность разнообразна, представлена бобовыми, злаковыми, разнотравьем, хорошо приспособленными к местным условиям произрастания и способствующими повышению плодородия почв.

Основные задачи системы земледелия. Природные и экономические условия ведения сельского хозяйства в таежно-лесной зоне европейской части в целом позволяют здесь иметь высокоразвитое интенсивное земледелие. Об этом свидетельствует опыт многих хозяйств Московской и Ленинградской областей, получающих стабильно высокую урожайность зерновых (4—6 т/га), картофеля (25—30), овощей (30—40 т/га) и кормовых культур.

Главное направление в специализации хозяйств Нечерноземной зоны — интенсивное молочное и мясное животноводство, промышленное птицеводство, овощеводство и картофелеводство, производство плодов и ягод для снабжения ими крупных промышленных центров. В этой природной зоне также сосредоточено основное производство льна-долгунца.

Такая специализация соответствует природно-экономическим условиям ведения сельского хозяйства и растениеводства, определяет преимущественное развитие кормопроизводства, овощеводства и картофелеводства. Важное значение здесь также имеет производство зерна озимой ржи, озимой пшеницы, ячменя, овса, зерновых бобовых культур (гороха, вики), особенно в центральных и южных районах.

Система земледелия с учетом местных агроландшафтных условий и специализации сельского хозяйства должна решать следующие основные задачи:

обеспечивать наиболее рациональное и эффективное использование земель на основе правильного землеустройства, организации территории, установления оптимальной структуры посевных площадей, введения соответствующих севооборотов, подбора более продуктивных в данных почвенно-климатических условиях сельскохозяйственных культур, сортов, гибридов и внедрения прогрессивных технологий их возделывания;

создавать условия для стабильного ежегодного получения запланированных урожаев каждой культуры при высоком качестве про-

изводимой растениеводческой продукции (зерна, овощей, картофеля, кормов и т. д.), обеспечивать максимальную производительность каждого гектара земли с наименьшими затратами труда, энергии и других средств на единицу продукции;

обеспечивать расширенное воспроизводство плодородия почв за счет интенсивного их окультуривания, устранения излишней кислотности, широкого применения органических и минеральных удобрений, создания оптимальных физико-химических свойств пахотного слоя, предупреждения водной эрозии, недопущения переуплотнения, очищения от сорняков, возбудителей болезней и вредителей растений;

эффективно использовать мелиорированные (осушенные и орошаемые) земли путем введения на них интенсивных севооборотов с посевом наиболее продуктивных культур и применения метода программированного выращивания урожая;

повышать продуктивность естественных кормовых угодий на основе интенсификации их использования (применение удобрений, мелиораций, коренного и поверхностного улучшения, посева многолетних трав);

не допускать ухудшения природных ландшафтов, загрязнения почвы и водных источников удобрениями, пестицидами и другими химическими соединениями.

Учитывая то, что земледелие в Нечерноземной зоне приходится вести в большинстве районов на землях с низким естественным плодородием и слабой окультуренностью, основная задача системы земледелия и всех ее звеньев определяется как всемерное улучшение и повышение плодородия почв. Все звенья и приемы системы земледелия должны быть направлены на улучшение почв, расширенное воспроизводство плодородия и адаптацию к ландшафтным условиям.

Организация территории землепользования хозяйств данного региона в большинстве случаев контурная и контурно-мелиоративная, на равнинных и осушаемых землях — прямоугольная.

В системе земледелия Нечерноземной зоны рекомендуемые специализированные зерновые севообороты могут иметь не более 70 % зерновых. Здесь хорошо удаются посевы яровых зерновых после озимой ржи, размещенной по чистым и занятым парам. Посевы пшеницы хорошо совмещаются с овсом — санитарной культурой в севообороте.

Для хозяйств этой же зоны молочного направления с развитым производством картофеля рекомендуют следующие севообороты: 1 — яровые зерновые + многолетние травы (клевер с тимофеевкой), 2 — многолетние травы, 3 — картофель, 4 — силосные, 5 — картофель, 6 — силосные и корнеплоды или 1 — однолетние травы + многолетние злаковые травы, 2—5 — многолетние травы, 6 — озимые на зеленый корм + силосные, 6—7 — силосные.

Во всех районах основного картофелеводства площади под картофелем в полевых севооборотах можно увеличивать до 30—40 %.

Концентрация посевов картофеля должна обязательно сопровождаться внесением повышенных доз удобрений, особенно органических. Следует учитывать, что картофель лучше удается на легких почвах в сочетании с посевами озимой ржи, люпина, пелюшки, гречихи и пожнивных культур.

В специализированных хозяйствах овощного направления рекомендуют следующие овощные севообороты: 1 — однолетние кормовые культуры, 2 — морковь, 3 — капуста, 4 — столовая свекла и кормовые корнеплоды, 5 — картофель, 6 — капуста (килоустойчивые сорта; овощных культур в севообороте 50—60 %) или 1 — однолетние кормовые культуры, 2 — капуста, 3 — морковь, 4 — капуста (килоустойчивые сорта), 5 — столовая свекла и кормовые корнеплоды (овощных культур в севообороте 70 %).

В интенсивных полевых льняных севооборотах предпочтение отдают льну как главной культуре. Для предотвращения льноутомления почвы лен-долгунец размещают по многолетним травам, а также по пропашным культурам, озимым зерновым и др. В хозяйствах эту культуру чаще всего высевают по пласту и обороту многолетних трав — лучшему предшественнику в зоне. В севооборотах лен-долгунец занимает не более 14,3 % (одно поле в 6—7-польном севообороте). С появлением сортов льна, устойчивых к фузариозу, его удельный вес в севообороте можно повысить за счет предшественников и применения средств химизации.

В Нечерноземной зоне высокий удельный вес кормовых севооборотов. В хозяйствах рекомендуют иметь два основных типа кормовых севооборотов: прифермские и травянопропашные, на сенокосах и пастбищах — сенокосно-пастбищные.

В прифермских севооборотах концентрируются посевы культур с малотранспортабельной продукцией, иногда картофелем. В них можно успешно практиковать посевы промежуточных культур — кормовой капусты, кормовой брюквы, турнепса, рапса, редьки масличной, озимой ржи на зеленый корм, различных однолетних трав. Продуктивность прифермских севооборотов может достигать 8—8,5 т/га корм. ед.

При включении в прифермские севообороты многолетних трав они принимают вид травянопропашных. После многолетних трав размещают пропашные культуры. Например, для хозяйств Московской области рекомендуют следующие схемы кормовых севооборотов:

1 — однолетние травы + многолетние бобовые или бобово-злаковые травы, 2—4 — многолетние травы, 5 — силосные культуры;

1 — однолетние травы + многолетние бобовые или бобовозлаковые травы, 2—4 — многолетние травы, 5 — озимые зерновые + пожнивные посевы, 6 — корнеплоды;

1 — викоовсяная смесь с подсевом многолетних трав (клевер + люцерна + кострец), 2—4 — многолетние травы, 5 — силосные и корнеплоды;

1 — викоовсяная смесь с подсевом многолетних трав, 2—4 — многолетние травы, 5 — озимые на зеленый корм (поукосные кормовые), 6 — силосные и корнеплоды.

Сенокосно-пастбищные севообороты организуют, чтобы производить зеленый корм и сырье для приготовления сена, сенажа, силоса, травяной муки, гранул, брикетов. В полях таких севооборотов можно также выпасать скот. Примерная схема севооборота: 4—6 лет — многолетние травы, 1—2 года — однолетние кормовые культуры. Эти севообороты имеют большое почвозащитное значение, а выход кормовых единиц с 1 га в них достигает 7—7,5 тыс.

В ряде хозяйств Нечерноземной зоны также применяют различные комбинированные овощекормовые, зернокормовые и другие севообороты. Специализация хозяйств и дифференциация сельскохозяйственного производства сопровождаются дальнейшей специализацией и интенсификацией севооборотов и их основных звеньев, концентрацией в них главных культур и производством продукции.

Система обработки почвы. Особенности почвенно-климатических условий, рельефа местности предъявляют высокие требования к системе обработки почвы. Она должна обеспечивать ускоренное окультуривание, устранять и предупреждать развитие отрицательных процессов (эрозия, повышенная кислотность, плохие водный, питательный и воздушный режимы, излишняя плотность, засоренность, зараженность возбудителями болезней и вредителями и др.), создавать условия для восстановления и повышения плодородия почв, роста продуктивности растений за счет формирования оптимальных агрофизических и агрохимических свойств, эффективного использования органических и минеральных удобрений.

При большом разнообразии почвенно-климатических и других условий ведения земледелия в Нечерноземной зоне приемы и системы обработки должны изменяться и уточняться в зависимости от местных особенностей — типа почв, подверженности их эрозии, рельефа местности, погодных условий, структуры посевных площадей и технологии возделывания культур, системы удобрения, засоренности, наличия возбудителей болезней и вредителей, а также других условий конкретного севооборота, поля и требований растений.

4.1.1. СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ РАЙОН

Почвы этого района отличаются невысоким плодородием, избыточным увлажнением и склонностью к заболачиванию. При недостатке тепла и воздуха они нуждаются в различных агромелиоративных приемах, способствующих устранению избыточной влажности, улучшению аэрации и теплового режима.

При переувлажнении почвы проводят различные мелиоративные обработки — узкозагонную вспашку, создание гребневой и

грядкообразной поверхностей, глубокое чизелевание, щелевание и другие приемы. Одно подпахотное рыхление не всегда улучшает воздушный режим нижних горизонтов почвы и способствует ускорению впитывания воды.

На эродированных склонах применяют противоэрозионные обработки — вспашку поперек склона, глубокое рыхление, щелевание, лункование и др.

4.1.2. СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ РАЙОН

В отличие от Северо-Западного района значительная часть дерново-подзолистых почв Северо-Восточного района формируется на покровных суглинках, более насыщенных основаниями и подстилаемых пористыми карбонатными породами. Окультуренность почв невысокая.

Наиболее эффективные приемы основной обработки слабоокulturенных дерново-подзолистых почв с повышенной кислотностью — вспашка плугами с почвоуглубителями и плугами с вырезными корпусами. Чем меньше мощность пахотного слоя и ниже степень окультуренности почвы, тем выше эффективность подпахотного рыхления. С окультуриванием почв эффективность подпахотного рыхления снижается. На повышение плодородия слабоокulturенных дерново-подзолистых почв существенно влияет внесение минеральных удобрений и извести в пахотный и подпахотный слои.

Установлено, что создание глубокого окультуренного пахотного слоя, систематическое применение органических и минеральных удобрений, периодическое известкование позволяют сочетать в севообороте приемы отвальной, безотвальной, глубокой и поверхностной обработок.

На эродированных и эрозионно опасных склонах применяют вспашку поперек склона, глубокое рыхление, щелевание, лункование и другие приемы.

4.1.3. ЦЕНТРАЛЬНЫЙ РАЙОН

В отличие от Северного района зоны в этом районе более продолжительный теплый период и больший удельный вес окультуренных почв. В то же время здесь интенсивнее ведется земледелие, шире ассортимент возделываемых культур, разнообразнее система севооборотов и применяемых технологий.

Система основной обработки почвы в этих районах должна предусматривать регулярное обрачивание пахотного слоя. Применяя вспашку на глубину 20—22 см под зерновые и 25—27 см под пропашные культуры как основной прием, в систему обработки почвы в севооборотах целесообразно также включить поверхностное и глубокое (чизелевание) рыхления.

После уборки зерновых культур и льна проводят зяблевую обработку почвы. Она состоит из послеуборочного лущения жнивья и последующей (через 2—3 нед) вспашки плугами с предплужниками на полную глубину пахотного слоя с углублением. Зяблевую вспашку полей из-под многолетних трав следует выполнять плугом с предплужником без предварительного лущения на полную глубину.

На чистых от сорняков полях после картофеля, корнеплодов и других пропашных культур вместо вспашки можно проводить поверхностную обработку почвы под озимые рожь и пшеницу, вико-овсяные и горохоовсяные смеси.

На легких супесчаных и песчаных почвах довольно широкое применение могут найти приемы безотвальной обработки, способствующие лучшему сохранению почвы от дефляции, накоплению в ней органического вещества и минеральных элементов.

В этой зоне наиболее эффективна ранняя зяблевая обработка почвы. Ее можно дополнить в зависимости от задач и условий последующими осенними обработками — культивацией, лущением, созданием водозадерживающих устройств, рыхлением, щелеванием, боронованием и т. д.

В интенсивном земледелии предъявляют высокие требования к предпосевной обработке почвы, которая должна обеспечить лучшее сохранение влаги, уничтожение сорняков, хорошую заделку удобрений, создание оптимальной для данной культуры плотности сложения и глубины посевного слоя, выравнивание поверхности для качественной работы сеялок и посева семян на заданную глубину. Эти задачи решают с помощью боронования, выравнивания, культивации, прикатывания и другими приемами.

Система удобрения. Систему удобрения разрабатывают для каждого севооборота на основе тщательного агрохимического изучения полей (участков), требований высеваемых культур и интенсивных технологий. При этом обязательно учитывают тип почвы, фактическое ее состояние (плодородие, подверженность водной или ветровой эрозии, вид севооборота, чередование культур в нем и потребность в питательных веществах на планируемую урожайность).

Большинство почв Нечерноземной зоны малогумусны, что предопределяет их низкую микробиологическую активность, неудовлетворительные физические свойства и питательный режим. Дерново-подзолистые, подзолистые и дерново-глеявые почвы бедны биологически важными элементами питания — минеральным азотом, фосфором, кальцием, калием, магнием и др. В первом минимуме, как правило, бывают азот и фосфор. Песчаные и супесчаные почвы содержат еще меньше органического вещества и питательных веществ, чем тяжелые. Все это необходимо учитывать при разработке системы удобрения.

Другая особенность почв Нечерноземной зоны — их повышенная кислотность, наличие в пахотном и подпахотном слоях подвижного алюминия, что отрицательно сказывается на развитии и

урожайности высеваемых культур, эффективности минеральных удобрений. Для изменения реакции почвы применяют известкование.

Проводят известкование полными дозами в районах с сильно- и среднекислыми почвами; в местах, где кислотность почв относительно благополучная, осуществляют планомерное поддерживающее известкование, компенсирующее естественную убыль карбонатов, не допуская большого разрыва во времени с предыдущим применением известкования. В районах, где площади кислых почв составляют 30—60 % общего количества пашни, наряду с поддерживающим известкованием нужно проводить интенсивное известкование сильнокислых почв.

Эффективность известкования зависит от правильности определения места (поля) в севообороте, сроков и качества внесения известки. В полевых и кормовых севооборотах известку лучше вносить под покровную (для трав) культуру.

В специализированных севооборотах с картофелем известкование проводят непосредственно перед его посадкой с одновременным внесением двойных доз калия.

Для создания и поддержания положительного баланса гумуса на дерново-подзолистых почвах необходимо вносить органические удобрения в дозе от 15 до 20 т/га и более. На песчаных почвах дозы повышают до 30 т/га и более.

Бесподстилочный полужидкий навоз промышленных животноводческих комплексов следует использовать для приготовления компостов и внесения непосредственно в почву.

Бесподстилочный куриный помет необходимо компостировать с торфом, соломой, отходами растениеводства или с землей. На некоторых птицефабриках Московской области действуют промышленные установки для сушки помета, который используют как концентрированное органическое удобрение в овощеводстве и на орошаемых сенокосах.

Жидкие органические удобрения применяют для полива культур в кормовых севооборотах, расположенных вблизи животноводческих комплексов. При этом нельзя допускать загрязнения окружающей среды.

Минеральные удобрения оказывают большое влияние на агрохимические свойства почвы — реакцию почвенного раствора, состав поглощенных оснований, обменную и потенциальную кислотность, тем самым изменяя условия жизнедеятельности растений и почвенных микроорганизмов.

Неправильное использование минеральных удобрений может отрицательно сказаться на урожае, привести к загрязнению окружающей среды (водных источников и др.). Особенно опасен избыток нитратных форм азота, который резко ухудшает качество продуктов питания (овощи, картофель), кормов и даже может привести к отравлению людей и животных. Поэтому система удобрения дол-

жна предусматривать применение оптимальных доз минеральных удобрений.

Потребность в удобрениях определяют по каждому полю севооборота с учетом результатов агрохимического обследования (почвенной диагностики), нуждаемости в элементах питания возделываемых культур, гранулометрического состава почвы, вида и форм удобрений, способов и сроков их внесения, глубины заделки. Как правило, более высокие дозы вносят на легких почвах, особенно в пропашных и плодосменных севооборотах.

На почвах с низким содержанием фосфора и калия дозы удобрений должны значительно превышать вынос их с урожаем и обеспечивать накопление элементов питания в почве.

На высокоплодородных, с интенсивным внесением азотно-фосфорных удобрений и на свежеизвесткованных почвах возрастает роль калийных удобрений, дозы которых следует увеличить.

4.2. ЛЕСОСТЕПНАЯ И СТЕПНАЯ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

В лесостепной и степной зонах европейской части размещены основные земледельческие районы: Центрально-Черноземный, Среднее и Нижнее Поволжье, Северный Кавказ. Это крупный пояс товарного производства зерна, технических и других культур, а также животноводческой продукции. Вместе с тем экономические условия здесь довольно сложные.

4.2.1. ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНЫЙ РАЙОН

Центрально-Черноземный район — важнейший агроэкономический регион страны, располагающий большими потенциальными возможностями производства важнейших сельскохозяйственных продуктов. В него входят пять областей — Воронежская, Белгородская, Липецкая, Курская, Тамбовская. Земельный фонд района, по данным государственного учета, составляет 16,8 млн га, в том числе сельскохозяйственных угодий 13,2 млн га (около 80 %). В составе сельскохозяйственных угодий: пашни — 10,8 млн га (81,4 %), сенокосов — 0,6 (4,5 %), пастбищ — 1,7 млн га (12,6 %). Леса и кустарники занимают 1,7 млн га (10,1 %). Из почв преобладают черноземы. Территория расположена в лесостепной (83,3 %) и степной (16,7 %) природно-климатических зонах и делится примерно на две равные части рекой Дон, протекающей с севера на юг. Вся территорию можно разделить на 12 почвенно-климатических зон.

Природно-климатические условия. Среднегодовое количество осадков колеблется от 600 до 200 мм. Континентальность климата возрастает с запада на юго-восток, особенно в Заволжской степи. Для этих районов характерны частые засухи, проявление водной и ветровой эрозий почв.

Почвенный покров разнообразен и представлен в лесостепи се-

рыми и черноземными почвами, в степи — черноземами, каштановыми почвами в комплексе с солонцовыми.

Облесенность территории, особенно в степных районах, незначительная. Распаханность сельскохозяйственных угодий в большинстве районов высокая. Естественные кормовые угодья занимают небольшие площади. Травянистая растительность в основном представлена культурными посевами, причем на значительных площадях (30—50 %) возделывают пропашные культуры — сахарную свеклу, подсолнечник, кукурузу, картофель.

Рельеф лесостепной зоны сильно расчленен. Например, в ЦЧЗ более 55 % пашни расположено на склонах с разной крутизной, длиной и экспозицией. В наибольшей степени эрозия почв распространена в Центрально-Черноземном районе и Поволжье. Ежегодные потери почвы с пахотных земель достигают 20—30 т/га.

Главные особенности земледелия засушливых степных и лесостепных районов — дефицит влаги и потенциальная опасность проявления ветровой и водной эрозий почв при неправильном их использовании. В целом же природно-экономические условия здесь довольно благоприятны для ведения сельского хозяйства.

К л и м а т. Умеренно- и среднеконтинентальный с нарастанием континентальности с северо-запада на юго-восток. Среднегодовая температура воздуха 5—6,4 °С. Сумма активных температур выше 10 °С на северо-западе составляет 2300—2400 °С, в южных районах — 2800—3000 °С. Продолжительность безморозного периода в лесостепи 150—155 дней, в степи 160—165 дней.

Годовое количество осадков в лесостепи 500—550 мм, в степи 450—490 мм. Для района характерно недостаточное и неустойчивое увлажнение, особенно в период вегетации растений. Из общего количества лет наблюдений 25—30 % из них засушливые. Засушливые периоды обычно сопровождаются суховеями, повторяемость которых нарастает с северо-запада на юго-восток (число суховейных дней в лесостепи 12—15, в степи 20—40). Суховеи слабой и средней интенсивности бывают, как правило, ежегодно на всей территории. Гидротермический коэффициент равен 0,9—1,2.

Засушливость климата усугубляется развитием эрозионных процессов, вызываемых значительным стоком талых и ливневых вод. Так, весенний сток талых вод составляет в среднем за год: в лесостепной зоне (северо-запад) — 70—80 мм, центральной — 50—60 мм, степной (юго-восток) — 30—40 мм.

П о ч в ы. Представлены черноземами, лесными, дерново-подзолистыми, лугово-черноземными и другими разновидностями.

На восток от рек Воронеж и Дон распространены типичные мощные черноземы с содержанием гумуса 9—9,5 %. В южной лесостепи размещены обыкновенные черноземы. Они менее гумусированы (7—8,5 %). На юге Воронежской области преобладают обыкновенные маломощные и южные черноземы с содержанием гумуса 5—5,5 %.

На северо-западе и севере преобладают лесные, дерново-подзолистые, лугово-черноземные почвы, оподзоленные черноземы.

В целом почвенный покров Центрально-Черноземного района обладает высоким потенциалом биологической продуктивности. В. В. Докучаев называл русский чернозем «царем почв». Вместе с тем изучение качественного состояния сельскохозяйственных угодий показывает, что все они нуждаются в сохранении, улучшении и повышении плодородия.

Рельеф. Формирование рельефа региона исторически связано с развитием бассейна реки Дон. Западная правобережная часть представлена Средне-Русской возвышенностью. Отметки водоразделов достигают 286 м над уровнем моря. Густота овражно-балочной сети 1,1—1,3 км на 100 га.

Левобережье делится на возвышенную (юго-восточную) и равнинную (северо-восточную) части. Юго-восточное левобережье представлено Калачской возвышенностью, сильно расчлененной ложбинами древнего стока, оврагами и речными долинами. Высота над уровнем моря достигает 200—300 м, густота овражно-балочной сети — 1,2—1,5 км на 100 га. Северо-восточное левобережье расположено в Окско-Донской низменности с абсолютными отметками высот 120—150 м над уровнем моря.

По данным земельного учета, в Центрально-Черноземном районе размещено пахотных земель: на склонах крутизной 1—3° — 35,6 %, 3—5° — 13,9 %; более 5° — 7 %, что на фоне значительного количества твердых осадков (140—170 мм), а также талых вод, ливневых дождей создает эрозионно опасную обстановку. Наибольший удельный вес пашни на склонах в Белгородской (более 50 %), Липецкой (до 40 %), Воронежской (более 30 %) и Тамбовской (около 30 %) областях. Смыв почвы в зависимости от агрофона составляет от 5 до 50 т/га.

В районе необходимо разрабатывать и внедрять почвоводоохранное земледелие, по возможности с контурной, контурно-полосной и контурно-мелиоративной организацией территории хозяйств и водосборных бассейнов.

Растительный покров. Представлен естественными и культурными формациями. Территория отличается высокой освоенностью. Сельскохозяйственные угодья, используемые в производстве, составляют около 80 % всей территории, облесенность — 10—12 %; естественные сенокосы и пастбища в незначительных размерах сохранились по поймам рек Дон, Цна, Воронеж и др.

В посевах наибольший удельный вес занимают зерновые культуры, в том числе озимые. Под многолетними травами, которые хорошо защищают почву от эрозии и способствуют повышению ее плодородия, площадь посевов составляет всего 3—5 %. Высок удельный вес интенсивных пропашных культур (кукуруза на зерно и силос, сахарная свекла, подсолнечник и др.).

Возделывание этих культур сопровождается большим выносом

питательных веществ из почвы и требует применения повышенных доз внесения органических и минеральных удобрений.

Основные задачи системы земледелия:

борьба с засухой, обеспечение высоких и устойчивых по годам урожаев сельскохозяйственных культур при высоком качестве продукции;

сохранение и повышение плодородия почв, предотвращение водной и ветровой эрозий;

оптимизация структуры посевных площадей с учетом особенностей природных и экономических условий зоны;

сохранение природных ландшафтов, предотвращение загрязнения почвы и водных источников.

В Центрально-Черноземном районе ведущая отрасль сельского хозяйства — производство зерна. Основные зерновые культуры — озимая пшеница, озимая рожь, ячмень, овес; зернобобовые — горох, вика; крупяные — просо и гречиха. В посевах довольно высокий удельный вес технических культур — сахарной свеклы, подсолнечника. Центрально-Черноземный район — основной производитель сахарной свеклы.

Посевы кукурузы на зерно, силос, зеленый корм, многолетние и однолетние травы, корнеплоды составляют 25—30 % и более посевной площади.

Система севооборотов. Интенсификация и специализация предусматривают дальнейшее совершенствование организации земельной территории и повышение эффективности использования пахотных и других угодий, успешную борьбу с засухой и эрозией почв, создание устойчивого высокопродуктивного растениеводства.

При проведении внутрихозяйственного землеустройства разрабатывают систему севооборотов, учитывающую местные агроландшафтные почвенно-климатические условия, специализацию хозяйств и требования системы земледелия. В зависимости от этих требований вводят различные по назначению и содержанию севообороты: полевые, кормовые, почвозащитные и специальные.

Любой севооборот должен быть тщательно обоснован агрономически и экономически. Исключительно важны обоснование наиболее целесообразного подбора и чередования культур, определение лучших предшественников. Зерновые колосовые культуры чередуют с бобовыми, пропашными и другими культурами. Нельзя размещать зерновые колосовые по зерновым колосовым более двух лет. Повторное размещение пропашных культур, особенно сахарной свеклы и подсолнечника, необходимо исключить полностью, так как при этом увеличивается дефицит влаги и питательных веществ в аочве, резко возрастают повреждения растений болезнями и вредителями, засоренность посевов, значительно снижаются урожай и качество продукции.

Кукурузу на одном и том же месте можно бессменно возделывать

в течение нескольких лет при условии обеспечения интенсивного агрофона, строгого соблюдения мер борьбы с возбудителями болезней и вредителями.

Подсолнечник можно возвращать на прежнее поле в севообороте не ранее чем через 7—8 лет, сахарную свеклу — через 3—4 года.

Рекомендуют следующее чередование культур в севооборотах Центрально-Черноземной зоны: 1 — чистые и занятые пары, горох, 2 — озимые зерновые культуры, 3 — пропашные культуры (сахарная свекла, кукуруза, подсолнечник), 4 — яровые зерновые культуры.

Озимые культуры особенно важно размещать по хорошим предшественникам. Установлено, что они дают наивысший урожай по чистым парам.

Продуктивность севооборотов зависит от соотношения культур, качества предшественников, созданного агрофона (плодородия почвы) и местных почвенно-климатических условий. Насыщение севооборотов зерновыми культурами до 60 % позволяет увеличивать производство зерна без значительного снижения урожайности и общей продуктивности севооборота.

Расширить площади зерновых более чем на 60 % в отдельных хозяйствах можно при высокой культуре земледелия за счет увеличения посевов гороха, а в южных районах Воронежской и Белгородской областей — гороха и кукурузы на зерно. В районах, где невозможно возделывать кукурузу на зерно, для расширения посевов зерновых используют крупяные культуры (гречиху, просо). При расширении посевов гороха и кукурузы на зерно необходимо проводить дополнительные мероприятия по борьбе с сорняками и вредителями.

Севообороты хозяйства, связанные структурой посевной площади и задачами по производству растениеводческой продукции, образуют систему севооборотов. Так обеспечиваются более рациональное использование земельных угодий и наиболее правильное размещение высеваемых культур. Ровные земли выделяют под интенсивные севообороты, насыщенные пропашными культурами, при необходимости с чистыми парами, склоновые — под почвозащитные с многолетними травами и культурами сплошного посева (озимые, яровые, однолетние травы).

На песчаных, пойменных и орошаемых землях вводят севообороты с учетом их плодородия.

Системы севооборотов зависят от специализации и почвенно-климатических условий ведения хозяйства. В хозяйствах зернового направления отдают предпочтение зернопаровым, зернопропашным и зернопаропропашным севооборотам.

В хозяйствах зерново-животноводческой специализации к ним добавляют севообороты с многолетними и однолетними травами. Экономически оправдано выделение вблизи ферм прифермских севооборотов и участков для производства зеленых и сочных кормов.

С учетом этих особенностей научные учреждения рекомендуют следующие системы севооборотов для различных районов.

Севообороты в зерново-свекловодческих хозяйствах могут быть 4—5-польные с насыщением зерновыми культурами до 60 %, сахарной свеклой — до 20—25, кормовыми культурами — до 15—20 % со следующим чередованием: 1 — черный и занятый пар, горох, 2 — озимые, 3 — сахарная свекла, 4 — яровые зерновые, 5 — кукуруза на зерно, кукуруза на силос.

В хозяйствах, выращивающих подсолнечник, могут быть введены 7—8-польные севообороты, в которых от общей площади технических культур (20—25 %) половину занимает свекла, половину — подсолнечник.

Чередование культур в таких севооборотах может быть следующим: 1 — пар чистый или занятый, 2 — озимые, 3 — сахарная свекла, 4 — яровые зерновые, 5 — горох, 6 — озимые, 7 — подсолнечник, 8 — яровые зерновые.

Севообороты в молочно-зерново-свекловодческих хозяйствах имеют 8—9—10 полей. Технические культуры в структуре посевных площадей таких севооборотов составляют примерно 20 %, причем в лесостепной зоне большую часть занимает сахарная свекла, а в степной — подсолнечник. Примерное чередование культур может быть следующим.

Для *лесостепной зоны*: 1 — пар чистый и занятый, 2 — озимая пшеница, 3 — сахарная свекла, 4 — ячмень, 5 — горох, 6 — озимая пшеница и рожь, 7 — кукуруза на силос, 8 — ячмень, 9 — подсолнечник, 10 — ячмень, овес или 1 — пар занятый, 2 — озимая пшеница, 3 — сахарная свекла, 4 — ячмень с подсевом люцерны, 5 — 6 — люцерна, 7 — кукуруза.

Для *степной зоны*: 1 — пар чистый, 2 — озимая пшеница, 3 — сахарная свекла, кукуруза на зерно, 4 — ячмень, овес, 5 — горох, 6 — озимая пшеница, рожь, 7 — кукуруза на силос, просо, 8 — ячмень, 9 — подсолнечник. В этих севооборотах 3—4-польные звенья с чистым и занятым паром, горохом, кукурузой на силос могут рассматриваться как самостоятельные.

В северо-западных увлажненных районах, а также на орошаемых землях могут быть два поля сахарной свеклы: 1 — чистый и занятый пар, 2 — озимая пшеница, 3 — сахарная свекла, 4 — ячмень, 5 — горох, 6 — озимая пшеница, 7 — сахарная свекла, 8 — ячмень, 9 — кукуруза на силос, 10 — подсолнечник.

Маточную свеклу размещают по озимой пшенице в первом звене, а свеклу-высадку — во втором звене севооборота.

Многолетние травы (клевер, эспарцет) обычно следуют в севообороте за ячменем и используют их как занятый пар на один укос под озимые культуры. Посевы люцерны при хорошей урожайности целесообразнее сохранять до 3—4 лет, для чего ее возделывают в выводном поле по следующей схеме (по М. И. Сидорову): 1 — пар чистый и занятый, 2 — озимая пшеница, 3 — сахарная свекла + крупя-

ные, 4— горох, 5— озимая пшеница, 6— ячмень, 7— кукуруза на силос, 8— ячмень, овес, 9— подсолнечник + крупяные, 10— люцерна (выводное поле).

За год до распахки люцерны ее подсевают под ячмень (шестое поле).

Почвозащитные севообороты вводят на склонах более 3°. Для лучшего предотвращения стока и смыва почвы их насыщают культурами, обеспечивающими высокое проективное (почвозащитное) покрытие почвы в наиболее эрозионно опасные периоды года (весна, лето). К таким культурам относят многолетние травы, которые защищают почву от эрозии круглый год. Затем идут озимые культуры сплошного посева. Чем круче склон, тем большая насыщенность посевов многолетними травами. Сильно эродированные склоны отводят под сплошное залужение.

Рекомендуют следующие примерные схемы почвозащитных севооборотов: 1— однолетние травы с подсевом многолетних трав, 2—4— многолетние травы, 5—озимая рожь, 6— ячмень или 1— ячмень с подсевом многолетних трав, 2—3— многолетние травы, 4— озимая пшеница, 5— просо.

В хозяйствах с развитым животноводством важное значение приобретают кормовые севообороты. Их размещают вблизи ферм; они имеют небольшие площади и короткую ротацию. Это позволяет насыщать их интенсивными труднотранспортабельными культурами (кукуруза на силос, корнеплоды, кормовые бахчевые и др.), лучше использовать жидкие органические удобрения.

Примерные схемы кормовых севооборотов следующие (по М. И. Сидорову): 1— кукуруза на зеленый корм + эспарцет, 2— эспарцет на один укос + кукуруза на зеленый корм, 3— кормовые бахчевые, 4— однолетние травы, 5— озимые на зеленый корм + кукуруза на зеленый корм, 6— кормовая свекла или 1— однолетние травы на зеленый корм, 2— озимая рожь на зеленый корм + кукуруза, 3— кормовая свекла, 4— кукуруза на зеленый корм, 5— кормовые бахчевые, 6— люцерна (выводное поле).

В зависимости от специализации и размеров животноводческих ферм с учетом потребности в кормах могут быть и другие схемы кормовых севооборотов. При насыщении их посевами люцерны и озимых они одновременно выполняют и почвозащитную роль.

Система обработки почвы. Учитывая частое повторение засух, развитие водной и ветровой эрозий и другие особенности почвенно-климатических условий и возделывания сельскохозяйственных культур, система обработки почвы в Центральном-Черноземном районе должна решать прежде всего следующие главные задачи:

максимальное накопление и сохранение влаги, ослабление отрицательного влияния часто повторяющихся засух;

предотвращение водной и ветровой эрозий, сохранение гумуса и минеральных питательных веществ;

эффективную борьбу с сорняками, возбудителями болезней и вредителями растений;

создание наилучших условий для развития посевов сельскохозяйственных культур и получения высоких и устойчивых урожаев (оптимального сложения, водного, питательного и воздушного режимов почвы).

Необходим дифференцированный подход к применению различных способов обработки в зависимости от типа почв и степени подверженности ее эрозии, количества и режима выпадающих осадков, степени засушливости, требований возделываемых культур, севооборота, засоренности, предшественника.

В засушливых и эрозионно опасных районах (на легких почвах и склонах) предпочтение отдают почвозащитной обработке, позволяющей накапливать больше влаги, сокращать потери почвы от смыва и выдувания.

В районах достаточного увлажнения наиболее эффективна вспашка: под зерновые и бобовые на глубину 20—22 см, под пропашные — на 25—27 см. Под озимые, особенно в годы с недостатком влаги в осенний период, рекомендуют поверхностные обработки дисковыми и плоскорезными орудиями.

Система обработки почвы под озимые культуры включает обработку чистых, занятых паров и непаровых предшественников.

Сразу после уборки предшествующей культуры проводят лучшее жнивьё дисковыми или плоскорезными орудиями на 8—10 см для лучшего сохранения и накопления влаги и провокации прорастания сорняков. На полях, не подверженных водной эрозии, где вносят органические удобрения, проводят вспашку на глубину не менее 20—22 см. На массивах, подверженных водной эрозии в средней и сильной степени, особенно на южных склонах, проводят обработку безотвальными орудиями или вспашку поперек склона и по горизонталям, а также щелевание.

Осенью (октябрь, ноябрь) для предотвращения эрозионных процессов и лучшего накопления влаги в почве делают противоэрозионные неровности — лунки, валики и т. д.

На полях с сильно уплотнившейся почвой для предотвращения стока талых вод и лучшей аккумуляции влаги применяют позднюю осеннюю рыхление или щелевание почвы специальными глубокорыхлителями, чизелями и щелерезами. Эту операцию следует выполнять, когда испарение воды с поверхности почвы станет минимальным или совсем прекратится.

В зимний период осуществляют снегозадержание снегопахами или саними-уплотнителями.

Перед снеготаянием проводят работы по регулированию стока талых вод — полосное (поперек склона и по горизонтали) уплотнение и зачернение снега.

В весенне-летний период все полевые работы организуют так, чтобы лучше сохранить влагу, спровоцировать прорастание сорня-

ков и уничтожить их (ранневесеннее боронование, культивации, Посев кулис и др.).

На склонах для борьбы с эрозией почв целесообразно полосное размещение многолетних трав в пару или посев в июне—июле кулис Из подсолнечника, кукурузы в виде 1—2 рядков поперек склона на Расстоянии 25—40 см друг от друга.

Перепахивка пара должна быть исключена. Предпосевную культивацию проводят на глубину посева семян. Для разуплотнения почвы, предотвращения эрозионных процессов на полях озимых культур поперек склона проводят щелевание сразу после посева на Шубину 40—45 см с расстоянием между щелями 3—5 см.

Занятые пары широко распространены в хозяйствах Центрально-Черноземного района, особенно в лесостепи. В качестве парозанимающих культур используют озимую рожь на зеленый корм, викоовсяную смесь на зеленый корм и сено, горох и смесь гороха с овсом на зеленый корм, кукурузу на зеленый корм, эспарцет на один Укос, ранний картофель и др.

Во влажные годы после парозанимающих культур, освобождающих поле за 1,5—2 мес до посева озимых, вносят удобрение и проводят вспашку на 16—18 см или дискование с одновременным боронованием. В дальнейшем, по мере выпадения обильных дождей, осуществляют боронование, культивацию при проявлении сорняков, предпосевную культивацию плоскорезными рабочими органами на 6—8 см.

В засушливые годы вместо вспашки проводят поверхностную обработку орудием БДТ-7 или БДТ-10 с боронованием, предпосевную культивацию плоскорезными рабочими органами на 6—8 см. После парозанимающих культур, освобождающих поле за 2,5 мес под вспашку, вносят удобрения; дальнейшая обработка такая же, как и в предыдущем случае.

При возделывании озимых после многолетних и однолетних Трав, культур зеленого конвейера и на полях, рано (за месяц и более) освобождаемых от предшественников, по данным ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, наиболее целесообразна неглубокая (на 12—14—16 см) обработка почвы с последующим щелеванием. Разу после посева (до прорастания семян). Основная обработка почвы на этих полях должна заканчиваться не позднее 15 июня.

При возделывании озимых после кукурузы на силос и зерновых бобовых культур на полях, не засоренных корневишными и корнеотпрысковыми сорняками, наиболее целесообразна поверхностная обработка дисковыми, плоскорезными и обычными отдельными орудиями. Общее требование к такой обработке — немедленное (сразу после уборки предшественника) поверхностное Рыхление и доведение посевного слоя почвы до оптимального Мелкокомковатого состояния и полной готовности к посеву озимых. Первое поверхностное рыхление почвы осуществляют дисковыми луцильниками (ЛДГ-5, ЛДГ-10), тяжелыми дисковыми

(БДТ) или игольчатыми (БИГ-ЗА) боронами не менее чем в 2 следа. Вторую обработку проводят тяжелыми дисковыми боронами, культиваторами-плоскорезами (КПГ-2,2, КПШ-5, КПШ-9 и др.), противозерозионными культиваторами (КПЭ-3,8), лемешными луцильниками. Глубина рыхления при второй обработке не должна превышать 10—12 см. Указанные орудия агрегируются с боронами. В условиях засушливой осени практикуют допосевное прикатывание почвы.

Когда в хозяйстве достаточное количество техники, почву лучше подготавливать с помощью комбинированных агрегатов, состоящих из плоскореза КПП-2,2, бороны БИГ-3 и секции катка ЗКК-6А или заводских машин РВК-3,6, АКП-2,5.

Если до посева озимых культур остается много времени и на поле появляются сорняки или почвенная корка, проводят еще одну культивацию. Глубина обработки при этом не должна превышать 8—10 см. Перед посевом осуществляют предпосевную культивацию на глубину заделки семян.

Когда от уборки предшественника до начала оптимального срока посева озимых культур остается меньше месяца, применяют систему поверхностной обработки почвы независимо от предшественника. Основную обработку почвы под озимые культуры необходимо закончить до 1 августа.

Система обработки почвы под яровые культуры заключается в том, что яровые зерновые и другие культуры высевают по непаровым предшественникам, т. е. по зяби, под которую ежегодно отводят до 90—96 % всей пашни.

Главный фактор, лимитирующий урожай яровых культур, посеянных по зяби, — дефицит влаги. Поэтому первая задача зяблевой обработки — максимальное накопление и сохранение влаги в почве с помощью комплекса агрономелиоративных приемов, вторая — внесение органических и минеральных удобрений, третья — очищение полей от сорняков.

Учитывая, что более половины пашни в Центрально-Черноземном районе расположено на склонах, технология подготовки почвы в осенне-зимний и весенний периоды, вплоть до посева яровых культур, должна быть влагосберегающей, почвозащитной.

На новых пахотных землях, не подверженных водной эрозии, как правило, рекомендуют обычную зяблевую обработку почвы, включающую лущение стерни дисковыми луцильниками на 6—8 см сразу после уборки урожая, а затем через 15—20 дней на глубину, которая зависит от требований возделываемой культуры.

На полях, засоренных корнеотпрысковыми сорняками (осот, бодяк, молочай, вьюнок полевой, сурепка обыкновенная и др.), а также отведенных под важнейшие технические культуры (сахарная свекла, картофель, подсолнечник и др.), зяблевая обработка состоит из лущения стерни дисковыми луцильниками на 6—8 см вслед за уборкой зерновых культур, лущения на 12—14 см лемешными лу-

щильниками с одновременным боронованием через 15—20 дней, вспашки через 15—20 дней после второго лущения.

После многолетних трав, кукурузы, зерновых бобовых и крупяных культур также рекомендуют вспашку на необходимую глубину с предварительным дискованием. Предпахотное дискование нужно проводить сразу после уборки урожая не менее чем в два следа на глубину 10—12 см.

При уборке сахарной свеклы почву, как правило, рыхлят на глубину 30—35 см. Поэтому, если на поле остается немного ботвы, а почва еще рыхлая, вспашку можно заменить обработкой плоскорезами-рыхлителями или чизельными культиваторами на глубину 20—25 см.

На склоновых землях, подверженных водной эрозии, а также на легких и супесчаных почвах, где проявляется дефляция, целесообразна безотвальная обработка. При этом почва, защищенная стерней и растительными остатками, лучше сохраняется от смыва водой и выдувания ветром. В ней накапливается больше влаги. НИИ земледелия и защиты почв от эрозии рекомендует при возделывании яровых зерновых культур и однолетних трав по стерневым предшественникам на относительно чистых полях выполнять основную обработку почвы плоскорезами с последующим шелованием. Сразу после освобождения поля от предшественника проводят поверхностное рыхление на глубину 6—8 см игольчатыми боронами БИГ-3 в два следа. Через 1,5—2 нед при массовом появлении сорняков поля обрабатывают гербицидом. На 10—12-й день после внесения гербицидов осуществляют поверхностную обработку культиваторами-плоскорезами КПП-2-2, КПШ-5, КПШ-9 на глубину 12—14 см. Спустя еще 1,5—2 нед после первой обработки плоскорезами проводят рыхление на 20—22 см. Послойное рыхление обеспечивает мелкокомковатое состояние почвы, уничтожает сорные растения, способствует лучшему накоплению и сохранению влаги.

При обработке почвы под основные пропашные культуры учитывают, что эти культуры размещают в севооборотах в основном после озимых и яровых зерновых.

Научными учреждениями зоны разработаны разные способы подготовки почвы под пропашные культуры. Высокую эффективность имеет улучшенная или послойная зяблевая обработка, которая состоит из следующих приемов:

лущение стерни дисковыми орудиями на глубину 6—8 см в 2—3 следа сразу после уборки предшественника;

лущение лемешными лущильниками с одновременным боронованием или обработка культиваторами-плоскорезами на глубину 12—14 см через 2—3 нед после первого лущения;

вспашка на необходимую глубину в зависимости от возделываемой культуры с внесением 30—40 т/га навоза и установленной дозы минеральных удобрений через 2—3 нед после второго лущения;

выравнивание поверхности культиваторами КПЭ-3,8, КПС-4, КПП-4 одновременно с боронованием.

В последние годы широкое распространение получила полупаровая (зяблевая) обработка, которую можно применять на почвах, не подверженных эрозии. При этом основную обработку проводят значительно раньше — в августе — начале сентября. Весенняя предпосевная обработка зяби включает ранневесеннее боронование, культивацию, выравнивание, прикатывание почвы и другие приемы.

В условиях засушливой весны и недостатка влаги в почве, особенно под посев мелкосеменных культур (сахарная свекла, просо, гречиха, клевер, люцерна и др.), применяют предпосевное прикатывание зяби кольчато-шпоровыми катками, которое способствует более равномерному посеву семян на заданную глубину, более быстрому и дружному появлению всходов.

На полях, где высевает поздние культуры, проводят 2—3 предпосевные культивации. Первую культивацию с боронованием осуществляют на глубину 10—12 см одновременно или вслед за культивацией под ранние яровые культуры по мере прорастания сорняков, вторую — на глубину посева семян (6—8 см) непосредственно перед посевом поздних культур, когда почва прогревается до 10—12 °С. В отдельные годы (повышенная влажность, плотность и засоренность почвы) приходится прибегать к третьей культивации. Последнюю предпосевную культивацию под все культуры проводят непосредственно перед посевом строго на заданную глубину, без разрыва во времени.

Система удобрения. Она предусматривает оптимальное обеспечение возделываемых в севообороте культур необходимыми питательными веществами на планируемый урожай и расширенное воспроизводство плодородия почвы. Потребное количество удобрений на севооборот определяют, исходя из величины планируемого урожая и уровня фактического плодородия почвы. Оно должно обеспечивать положительный баланс питательных веществ, необходимых для развития растений и формирования полноценного урожая.

Возмещение элементов питания при низкой, средней и повышенной обеспеченности почв подвижными формами азота, фосфора и калия должно составлять соответственно: при низкой — 70—90, 160—200, 80—100%; при средней — 90—110, 200—220, 100—120 %; при высокой — 50—70, 100—120, 60—80 %. Эта потребность удовлетворяется внесением органических и минеральных удобрений.

При ограниченных запасах минеральных удобрений недостающее количество питательных веществ на планируемый урожай восполняют за счет органических удобрений, которые способствуют созданию в почве бездефицитного баланса гумуса.

Для предотвращения снижения запасов гумуса, создания его положительного баланса и повышения плодородия почв Центрально-

Черноземного района необходимо планомерно наращивать объемы производства и использования органических удобрений в хозяйствах.

В ряде районов в качестве органических удобрений можно использовать торф для приготовления торфокомпостов, сапропель и др.

Известкование кислых почв на северо-западе и севере Центрально-Черноземного района обязательно предшествует внесению удобрений. Потребность в извести определяют по величине гидролитической кислотности почв. Обычно вносят известковые материалы при гидролитической кислотности более 1,8 мг-экв/100 г почвы и степени насыщенности основаниями более 93 %. Упрощенно гектарная доза извести (CaCO_3) в тоннах численно равна полуторной величине гидролитической кислотности (мг-экв/100 г почвы). Физическую дозу известковых материалов рассчитывают с учетом фактического содержания в них карбоната кальция, влаги и недеятельных частиц.

В севообороте известкование планируют прежде всего на полях, идущих под посевы сахарной свеклы, озимой пшеницы, клевера, эспарцета. Известь вносят перед лущением жнивья, а минеральные удобрения — перед зяблевой вспашкой. Повторное известкование проводят через 5—7 лет.

Органические удобрения применяют в первую очередь в севооборотах, насыщенных чистыми парами, посевами сахарной свеклы и другими пропашными культурами. Если удельный вес пропашных культур и чистого пара составляет 40—50 % общей площади пашни, то на каждый гектар севооборотной площади необходимо вносить не менее 10—12 т органических удобрений, при 20—40 % — не менее 7—8 т. При наличии в севообороте многолетних трав до 20—30 % дозу органических удобрений можно снизить до 5 т.

Органические удобрения в дозе 30—50 т/га планируют вносить прежде всего в поле черного пара, под сахарную свеклу, кукурузу, картофель и овощные культуры.

Минеральные удобрения в первую очередь применяют под сахарную свеклу, озимую пшеницу, кукурузу, картофель и овощные культуры, многолетние травы. Не менее $\frac{2}{3}$ их нужно вносить с осени под вспашку. Под остальные культуры при недостатке удобрений их вносят в рядки локально и в качестве подкормки.

Эффективность минеральных удобрений значительно повышается при совместном их применении с органическими и оптимальном соотношении основных элементов.

Наилучших результатов добиваются в хозяйствах, где проводят комплексное внесение извести, органических и минеральных удобрений в севооборотах. Использование значительных доз одних минеральных удобрений без применения органических удобрений и известкования может привести к ухудшению физико-химических свойств почвы, прежде всего к увеличению ее кислотности. При

внесении органических и минеральных удобрений на фоне известкования улучшаются физико-химические свойства, водный и воздушный режимы, увеличивается содержание гумуса в почве.

Система мер по регулированию водного режима и борьбе с эрозией почв. Частые засухи и недостаток влаги в почве — главные факторы, лимитирующие урожайность возделываемых культур и устойчивость земледелия в Центрально-Черноземном районе. Поэтому мероприятия по накоплению, сохранению и рациональному использованию влаги наряду с защитой почв от водной эрозии крайне важны для повышения продуктивности и устойчивости земледелия. К таким мероприятиям относятся:

- почвоводоохранная организация земельной территории с введением специальных почвозащитных севооборотов, залужением сильноэродированных участков, применением полосного и контурного земледелия на территории со сложным рельефом;

- противоэрозионная обработка почвы, влагосберегающая технология возделывания культур;

- полезащитное и почвозащитное лесоразведение;

- гидротехнические сооружения по регулированию стока талых и дождевых вод;

- орошение и применение удобрений.

Почвоводоохранная организация земельной территории хозяйства должна предусматривать оптимальное соотношение основных сельскохозяйственных угодий. Это позволяет повысить устойчивость земледелия и всего сельскохозяйственного производства к неблагоприятным природным явлениям (засухи, заморозки и т. д.).

Основу правильной почвоводоохранной организации территории каждого хозяйства составляют системы почвозащитных полевых, кормовых севооборотов и луговых пастбищеоборотов, система лесомелиоративных мероприятий и гидротехнических сооружений, правильное размещение хозяйственных центров, дорожной сети.

Для сохранения плодородия черноземов, успешной борьбы с засухой и эрозией почв важное значение имеет почвозащитная гумусо- и влагосберегающая обработка почвы. Они позволяют значительно снизить испарение с поверхности, сток воды и смыв, накопить больше влаги в почве.

На склонах 1—2° вспашку, посев культур и обработку междурядий осуществляют поперек склона, на склонах 2—3° — вспашку поперек склона и один раз в 3—4 года — почвоуглубление на 30—32 см. Вспашку зябей рекомендуют проводить с лункованием, а высевать все культуры и обрабатывать междурядья — поперек склона. На посевах озимых эффективно щелевание.

На эрозионно опасных и эродированных склонах 3—5° и более целесообразны безотвальное рыхление на разную глубину, комбинированные обработки (сочетание вспашки с безотвальным рыхлением).

Положительные результаты дают щелевание, обвалование зяби, поделка микронеровностей и водоотводящих борозд, при предпосевной обработке почвы и посеве — весеннее щелевание щелерезами-кротователями ШН-2-140, культивация поперек склона.

Лесомелиоративные мероприятия — важная составная часть противоэрозионного комплекса Центрально-Черноземного района. По своему назначению и мелиоративному воздействию лесные защитные насаждения подразделяют на полезащитные (ветроломные), водорегулирующие, прибалочные, приовражные, балочные и овражные, массивные (куртинные), озеленительные и специальные посадки около водоемов лесных культур на отвалах разработок полезных ископаемых и др.

Защитные лесонасаждения на территории необходимо размещать с учетом рельефа, степени эродированности почвенного покрова, севооборотов и проведения полевых работ по обработке почвы, посеву и уборке урожая.

По берегам рек, прудов и озер для защиты их от разрушения и охраны вод местного стока создают водоохранные лесонасаждения. Вокруг прудов защитные лесные полосы типа прибалочных шириной 10—20 м размещают выше уровня высоких вод, а при крутых берегах — выше бровки лошин.

Для эффективного регулирования поверхностного стока следует совмещать лесные полосы с простейшими гидротехническими сооружениями (водозадерживающие и водорегулирующие валы, канавы, бетонные водотоки, водобойные и водорассеивающие устройства). Для закрепления оврагов применяют земляные, фашиновые, бетонные и другие сооружения.

Орошение в степных острозасушливых районах — важное средство устранения дефицита влаги, обеспечения устойчивого ведения земледелия, особенно кормопроизводства. Необходимо строго соблюдать режим полива, не допускать избыточного увлажнения почвы.

Система защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов. Сорняки, вредители и болезни растений наносят большой ущерб хозяйствам Центрально-Черноземного района.

Зерновые колосовые культуры повреждаются вредной черепашкой, хлебным жуком, блошками, тлями, трипсами, пывицей и другими вредителями. Из болезней наиболее распространены головневые, ржавчинные, корневые гнили, мучнистая роса.

Сахарной свекле вредят проволочники, ложнопроволочники, гусеницы подгрызающих совок, свекловичные долгоносики, блошки, тли, из болезней — корневая гниль, переноспороз и др.

Основные вредители подсолнечника — проволочники, ложнопроволочники, гусеницы разных совок, лугового мотылька, распространенные болезни — белая и серая гнили, ложная мучнистая роса (пероноспороз).

На овощных культурах наиболее вредоносны крестоцветные блошки, совка-гамма, капустная и репная белянки, капустная

моль, из болезней — фитофтороз, макроспороз, черная бактериальная пятнистость, мозаика, различные гнили и др.

В системе мер борьбы с сорняками, вредителями и болезнями предусматривают:

строгое соблюдение правильного, научно обоснованного чередования культур в севообороте;

применение эффективных способов основной, предпосевной, междурядной (по уходу за посевами) и послеуборочной обработок почвы;

соблюдение технологии возделывания каждой культуры в севообороте;

применение истребительных биологических и химических средств защиты растений;

высокое качество семян, свободных от сорняков, зачатков болезней и вредителей;

проведение предупредительных мер — уничтожение сорняков на обочинах дорог, пастбищах, у жилых и производственных построек, тщательная подготовка (очищение от сорняков) навоза, очистка сеялок, оборудование комбайнов половоуловителями и др.

Наибольший эффект дают комплексное применение организационных, агротехнических, биологических и химических мер борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений, высокая культура земледелия.

4.2.2. СРЕДНЕЕ И НИЖНЕЕ ПОВОЛЖЬЕ

Поволжье — один из крупных сельскохозяйственных районов страны. Здесь более 48 млн га сельскохозяйственных угодий, из них около 30 млн га пашни.

Ведущая отрасль растениеводства — зерновое хозяйство. Здесь выращивают знаменитые сильные и твердые пшеницы, качество которых признано лучшим в мире.

Природно-климатические условия. В Поволжье можно выделить 4 крупные почвенно-климатические подзоны: лесостепь, засушливая черноземная степь, сухая степь и полупустынная степь.

Климат. Лесостепь включает Ульяновскую, Пензенскую области, северные районы Самарской области. Климат здесь с умеренным температурным режимом. Среднегодовое количество осадков несколько выше 400 мм. Коэффициент влагообеспеченности (по Селянину) составляет 0,7—0,8. Количество осадков за вегетационный период меняется, но засухи бывают реже, чем в степных районах. Особенно резко может отличаться количество осадков во второй половине вегетационного периода. В целом за теплый период года дефицит осадков составляет около 100 мм. Неравномерность увлажнения почвы увеличивается из-за значительной расчлененности рельефа. От недостатка влаги больше страдают склоны южных экспозиций.

Засушливая черноземная степь охватывает центральные и южные районы Самарской и Саратовской областей (левобережье), северные и центральные районы Волгоградской области. Среднегодовое количество осадков 300—350 мм. Дефицит влаги в теплый сезон достигает 200 мм. Корнеобитаемый слой почвы при этом иссушается на значительную глубину (до 50 см). Повторяемость сухих лет составляет 70—75 %. Зимы чаще малоснежные. В летний период температура воздуха более высокая, чем в лесостепи, чаще наблюдаются засухи и суховеи. Гидротермический коэффициент здесь колеблется от 0,5 до 0,7; относительная влажность воздуха в июне — июле нередко снижается до 15—20 %.

Весной к посеву яровых культур почва промачивается на всю глубину корнеобитаемого слоя только во влажные годы. Из-за частого недостатка осадков в летние месяцы после уборки большинства культур в метровом слое почвы запасы влаги невелики (20—30 мм). Достаточные запасы воды бывают только на чистых парах.

Сухая степь включает юго-восточные районы Самарской и Саратовской областей, центральные и часть южных районов Волгоградской области. Среднегодовое количество осадков здесь составляет 275—350 мм. Дефицит влаги только за май—июнь достигает 250 мм. Коэффициент влагообеспеченности не превышает 0,4—0,5. Осенних и зимних осадков обычно не хватает для увлажнения всего корнеобитаемого слоя. Наблюдаются частые суховеи и периоды с очень низкой относительной влажностью воздуха (15—20 %). Засухи повторяются через каждые 2—3 года, а иногда несколько лет подряд.

Полупустынная степь занимает территорию Астраханской области (кроме Ахтубы), районы юго-востока Саратовской, правобережья и Заволжья Волгоградской области. Климат острозасушливый. Среднегодовая сумма осадков составляет на севере 250—300 мм, на юге 180—200 мм. Дефицит влаги за вегетационный период превышает 350—400 мм. В отдельные годы осадков в летний период практически не бывает. Количество засушливых лет достигает 80—90 %. Уже в июне естественная растительность, как правило, выгорает. Поэтому большое значение здесь имеет искусственное орошение.

Почвы. В лесостепи преобладают выщелоченные и мощные черноземы, часто в сочетании с серыми лесными и бурыми песчаными почвами. Встречаются и подзолы.

Выщелоченные черноземы распространены главным образом на северо-востоке Пензенской, в Ульяновской и Самарской областях. Они содержат от 4 до 9 % гумуса, толщина перегнойного горизонта достигает 100 см. Мощные черноземы с содержанием гумуса 10—12 % залегают на юге и юго-западе Поволжья. Мощность гумусового горизонта 110—120 см.

В засушливой степи распространены преимущественно обыкновенные южные черноземы, глинистые и суглинистые по гранулометрическому составу почвы. В острозасушливой степи преобладают каштановые, светло-каштановые, бурые, солонцеватые почвы в

комплексе с солонцами. Эти почвы высокоплодородны — содержат в пахотном слое от 4 до 8 % гумуса, мощность перегнойного горизонта 40—80 см. Почвы солонцового комплекса в естественных условиях малопродуктивны и нуждаются в улучшении с помощью различных мелиораций.

В сухой степи распространены темно-каштановые, каштановые, комплексные почвы различной степени солонцеватости, эродированности и гранулометрического состава. Преобладают суглинистые и тяжелосуглинистые разности. На пашне пятна солонцов охватывают до 20—25 % площади. Вдоль крупных рек (Волга, Дон) значительные площади заняты песками и супесчаными почвами, легко подверженными ветровой и водной эрозиям. Каштановые почвы в пахотном слое содержат 3—4 % гумуса, мощность перегнойного горизонта составляет 30—40 см. Склонны к уплотнению и ухудшению водного режима.

Полупустынная степь отличается резко выраженной комплексностью почвенного покрова. Здесь встречаются каштановые, светло-каштановые, бурые почвы и пятна степных солонцов. Последние занимают от 15—20 до 40—50 % всей площади пашни, что осложняет ведение земледелия. В светло-каштановых и бурых почвах содержится 1,5—3 % гумуса, мощность перегнойного горизонта небольшая — 13—25 см. Естественное плодородие солонцеватых светло-каштановых и бурых почв невысокое.

Рельеф. Территория Поволжья имеет расчлененный рельеф, который формировался под воздействием многовековой деятельности реки Волги и ее многочисленных притоков. Наиболее расчленен рельеф Правобережья, более выровнен — в Левобережье. По данным А. И. Шабаева (1985), в Саратовской области более 80 % сельскохозяйственных угодий размещены на склонах крутизной более 6°; в правобережной части преобладают склоны 3—9°, в левобережной — 1—3°. Горизонтальное расчленение территории западной части Правобережья составляет 0,5—0,6 км/км², восточной части — 0,5—0,9, а в прибрежной к Волге полосе оно достигает 2,5 км/км². Это определяет предрасположенность почв к водной и ветровой эрозиям.

В Самарской области на склонах 1—3° расположено 65,6 % пашни, 3—5° — 26,3%; 5—10° — около 3 %. Расчлененность территории гидрографической сетью составляет 0,5—0,96 км/км².

В Волгоградской области также почти половина площади сельскохозяйственных угодий расположена на склонах разных крутизны и экспозиции, подвергается водной и ветровой эрозиям. Под оврами занято более 63 тыс. га.

Расчлененность территории Поволжья обуславливает значительные потери почвы от эрозии (до 20—25 т/га) и воды за счет стока (200—500 м³/га). При этом резко снижается урожайность, особенно в правобережной части зоны. В ряде районов образуются новые овраги, сильно дренирующие и иссушающие угодья.

Растительный покров. В связи с большой распашкой земель растительный покров претерпел существенные изменения и в значительной мере утратил свои почвозащитные свойства. Облепшенность территории здесь низкая и очень низкая. Травянистая растительность представлена посевами культурных растений, в основном ярового типа. Многолетние травы занимают небольшие площади. Из естественной травянистой растительности сохранилась разнотравно-типчаково-ковыльная ассоциация среднего (лесостепного) и южного (степного) типов.

Наиболее бедная растительность в сухостепной и полупустынной зонах. Здесь распространены белополынно-ромашковая, ковыльно-типчаковая, типчаково-белополынная, прутняково-белополынная, чернополынная, гречишки, кермеково-гречишковая, разнотравно-типчаково-пырейная, лебеда бородавчатая, солянки, полынь, солончаковая, злаково-ситниковая, чернополынно-прудняковая, ромашко-чернополынная ассоциации.

Следует отметить в целом низкую почвозащитную (противоэрозийную) и почвоулучшающую способность естественной растительности, а также посевов яровых культур, прежде всего пропашных. Все они оставляют мало корневых органических остатков в почве для образования свежего перегноя. Это необходимо учитывать при разработке структуры посевных площадей, выборе севооборотов, агротехники и системы удобрения.

Основные задачи и звенья системы земледелия. Главное направление земледелия Поволжья — производство зерна, прежде всего пшеницы, а также крупяных культур. Здесь успешно развивается овощеводство. В связи с развитым животноводством большое значение имеет кормопроизводство.

С учетом природных условий и специализации сельскохозяйственного производства при разработке системы земледелия ставят следующие основные задачи:

- борьба с засухой, ежегодное получение стабильных урожаев, запланированных объемов производства зерновых и других культур;

- защита почвы от водной и ветровой эрозий, регулирование (оптимизация) водного режима, борьба с засолением;

- внесение органических и минеральных удобрений, травосеяние, применение прогрессивных способов обработки почвы для повышения ее плодородия;

- повышение эффективности чистых паров и орошаемых земель;

- защита посевов от болезней и вредителей, борьба с сорняками.

Центральное место в системах земледелия большинства районов Поволжья занимают мероприятия по максимальному накоплению и сохранению в почве влаги во все периоды года на каждом поле севооборота. Агрокомплекс по влагонакоплению и защите почв от эрозии следует разрабатывать на весь севооборот с учетом требований высеваемых культур и влагосберегающих технологий.

Система севооборотов (она включает различные типы и виды севооборотов).

Зернопаропропашные севообороты — 6-польный: 1 — пар чистый и занятый, 2 — озимые, 3 — сахарная свекла, 4 — яровая пшеница, 5 — просо, 6 — ячмень; 7-польный: 7 — пар чистый, 2 — озимая пшеница, 3 — яровая пшеница или просо, 4 — зерновые бобовые, 5 — озимая рожь или яровая пшеница, 6 — ячмень, овес, 7 — подсолнечник; 8-польный: / — пар чистый, 2 — озимые, 3 — сахарная свекла, 4 — просо или ячмень, 5 — зерновые бобовые, 6 — озимая или яровая пшеница, 7 — ячмень, овес, 8 — подсолнечник.

Зернопропашные севообороты — 6-польный: 1 — зерновые бобовые, 2 — озимая или яровая пшеница, 3 — ячмень или просо, 4 — яровая пшеница, 5 — кукуруза, 6 — ячмень; 8-польный: / — зерновые бобовые, 2 — озимая или яровая пшеница, 3 — ячмень или просо, 4 — яровая пшеница, 5 — кукуруза, 6 — озимая или яровая пшеница, 7 — ячмень или овес, 8 — подсолнечник.

В центральном Правобережье с учетом почвенно-климатических условий и специализации хозяйств рекомендуют следующие *полевые севообороты*: 6-польный: / — пар чистый, 2 — озимые, 3 — яровая пшеница, 4 — кукуруза, 5 — яровая пшеница, 6 — ячмень; 7-польный: / — пар чистый, 2 — озимые, 3 — просо или ячмень, 4 — зерновые бобовые, 5 — озимые или яровая пшеница, 6 — ячмень, 7 — подсолнечник или 1 — пар чистый, 2 — озимые, 3 — яровая пшеница, 4 — просо, 5 — яровая пшеница, 6 — кукуруза, 7 — ячмень; 8-польный: / — пар чистый, 2 — озимые, 3 — яровая пшеница, просо, 4 — кукуруза, 5 — ячмень, 6 — зерновые бобовые, 7 — озимые или яровая пшеница, 8 — подсолнечник; 9-польный: / — пар чистый, 2 — озимые, 3 — яровая пшеница, просо, 4 — зерновые бобовые, 5 — озимые или яровая пшеница, 6 — ячмень, 7 — кукуруза, 8 — овес, 9 — подсолнечник.

По мере продвижения на юг и юго-восток возрастает засушливость климата. В связи с этим повышается удельный вес чистых паров и зернопаровых севооборотов. Типичные схемы *зернопаровых севооборотов* в юго-восточной зоне: / — пар чистый, 2 — озимые или яровая пшеница, 3 — яровая пшеница, 4 — просо, 5 — ячмень, 6 — горчица.

В наиболее засушливых (200—250 мм осадков) районах Поволжья практикуют зернопаровые севообороты с короткой ротацией: / — пар чистый, 2 — озимая пшеница, 3 — просо или ячмень или / — пар чистый, 2 — озимая пшеница, 3 — яровая пшеница или просо, 4 — ячмень.

В районах, прилегающих к крупным административным центрам, в связи с развитием молочного животноводства и овощекартофельного хозяйства в севооборотах повышается удельный вес кормовых и овощных культур. Здесь также вводят специальные овощные, овощекартофельные и овощекормовые севообороты при орошении.

Система обработки почвы. В условиях Поволжья система обработки почвы должна обеспечивать возможно лучшее накопление и сохранение влаги, предотвращение водной и ветровой эрозий почвы, очищение полей от сорняков, уничтожение вредителей и возбудителей болезней, создание хороших условий для развития растений и получения высоких стабильных урожаев. Наряду с большим разнообразием почвенно-климатических условий для этой зоны характерна устойчивая погода. Поэтому система обработки почвы здесь должна строго соответствовать местным почвенно-климатическим, погодным и другим условиям, а также типу почв, рельефу, степени засоренности, особенностям предшественника, требованиям высеваемой культуры.

В Поволжье применяют в основном три системы обработки почвы, базирующиеся на вспашке, безотвальном рыхлении и на их сочетании (комбинированная обработка).

В северных, северо-западных и западных (правобережных) районах применяют систему обработки почвы, основанную на вспашке. Рекомендуют разнотравную вспашку в зависимости от типа почв, предшественника, культуры (под зерновые культуры на 20—22 см, под пропашные — на 30—32 см). На склонах почву обрабатывают поперек склона или по горизонталям.

В более засушливых лесостепных районах Поволжья в севооборотах применяют комбинированную основную обработку почвы. Например, в звене с чистым паром проводят рыхление (чизелевание), а в звеньях с многолетними травами и пропашными (кукуруза, сахарная свекла, подсолнечник) — вспашку на 30—32 см. На смытых склонах, как правило, применяют рыхление безотвальными орудиями.

В острозасушливых степных районах Поволжья, особенно на легких почвах, преобладает безотвальная (плоскорезная, чизельная) обработка. В борьбе с засухой и эрозией почв высокоэффективны плоскорезная обработка под культуры и черный пар с сохранением стерни на поверхности поля. Такая обработка по сравнению со вспашкой способствует большему накоплению влаги в почве и снижению потерь ее на испарение, повышает устойчивость почвы к эрозии. Сохраняющаяся стерня задерживает первый выпавший снег, утепляет почву, защищает ее от зимнего выдувания и глубокого промерзания, способствует лучшей перезимовке и влагообеспеченности озимых.

Предпосевную подготовку почвы осуществляют с учетом особенностей основной обработки, требований высеваемой культуры и технологии ее возделывания. Однако общие требования — максимальное сохранение влаги, тщательное очищение от сорняков и получение дружных всходов. По обычной вспашке проводят ранневесеннее боронование в 2—3 следа, а затем, по мере прорастания сорняков, культивацию и перед посевом прикатывание. На стерневых фонах с плоскорезной обработкой применяют БИГ-3 и кольчатошпоровые катки ЗКК-6А. Предпосевную культивацию проводят

одновременно с посевом сеялками-культиваторами СЗС-2,1. Однако такое совмещение не всегда дает высокое качество работы. При повышенной влажности верхнего слоя почвы культивацию и посев проводят раздельно, но без большого разрыва во времени.

Система удобрения. В лесостепи, особенно северной, эффективность удобрений выше, чем в других районах зоны. Все возделываемые здесь культуры хорошо отзываются на органическое и полное минеральное удобрение. Озимые и яровые зерновые в этой зоне наиболее отзывчивы на азотные удобрения, а при посеве озимых по занятым парам — на полное минеральное удобрение.

Органические удобрения наиболее целесообразно вносить под осеннюю обработку черного пара (по 20—30 т/га), под парозанимающие культуры, а также под свеклу, кукурузу и картофель.

Минеральные удобрения применяют как основное, при посеве и в качестве подкормки. Основное удобрение составляет большую часть общей дозы, и заделывают его при основной обработке почвы в пару и зяби. Большой эффект дает внесение минеральных удобрений, особенно фосфорных, в рядки при посеве и локально.

В степной зоне Поволжья эффективно внесение фосфорных удобрений. Действие навоза в первый год проявляется несколько слабее, чем в лесостепи, но последствие его длительное.

Внесение органических и минеральных удобрений необходимо на каштановых почвах. Особенно эффективны фосфорные удобрения. Они улучшают питание, повышают засухоустойчивость, а у озимых — и зимостойкость растений.

Хорошие результаты дает дробное внесение азота при подкормках озимых (по 30 кг/га, в. осенью и весной).

Лучшее место внесения навоза в степных районах Поволжья — чистый пар. Минеральные удобрения применяют как основное, припосевное и в качестве подкормки.

Дозы внесения органических и минеральных удобрений в степи несколько выше, чем в лесостепи.

Более высокая эффективность удобрений в степи только на фоне достаточного увлажнения. Поэтому очень важно всю систему удобрения в севооборотах увязывать с приемами, улучшающими водный режим почвы (кулисные и чистые пары, снегозадержание, предотвращение стока и водной эрозии, влагосберегающие технологии обработки почвы и посева, уничтожение сорняков и др.).

На эродированных почвах дозы органических и минеральных удобрений увеличивают на 20—30 %.

Применение микроудобрений должно соответствовать потребности в них выращиваемых культур. Например, сахарная свекла и бобовые выносят микроэлементы в больших количествах, чем зерновые. Совместное применение макро- и микроудобрений способствует более полному использованию питательных веществ растениями, положительно сказывается на урожайности культур и качестве продукции.

Система мер по регулированию водного режима, борьбе с засухой и эрозией почв. Общая площадь эродированных земель в зоне превышает 10 млн га. Ежегодно смыту в той или иной степени подвергается около 60 % пашни. Наибольшие площади смытых земель приходится на Саратовскую область (более 4,5 млн га). Ветровая эрозия в зоне проявляется на площади 1100—1300 тыс. га, в том числе в Волгоградской области на 800—900 тыс. га.

Эрозия почвы чаще всего развивается там, где не соблюдают требования почвозащитной организации территории и агротехники (нарезка полей, размещение лесных полос, дорог, вспашка и посев вдоль склона, сильное уплотнение или распыление почвы и т. д.).

Правильная организация земельной территории — основа всего противоэрозионного комплекса. Она предусматривает размещение сельскохозяйственных угодий, севооборотов, границ полей, защитных лесных насаждений, дорог и скотопрогонных путей таким образом, чтобы хозяйственная деятельность человека способствовала предотвращению водной и ветровой эрозий, повышению плодородия почв.

На пахотных землях с пологими склонами (1—3°) и слабосмытыми почвами вводят обычные полевые, кормовые и специальные севообороты с противоэрозионной агротехникой.

Пахотные среднесмытые почвы с крутизной склона 3—5°, почвы легкого гранулометрического состава отводят под почвозащитные полевые и кормовые севообороты.

На средне- и сильноэродированных землях со склонами и на дефлированных почвах выделяют севообороты с полосной и контурно-буферной организацией территории.

При полосном размещении культуры с хорошими почвозащитными свойствами (многолетние травы, озимые) чередуют на каждом поле (в зависимости от крутизны склона) полосами через 50—150 м с культурами, обладающими худшими почвозащитными свойствами (пропашные, пар). На подверженных выдуванию почвах полосы размещают поперек эрозионно опасных ветров, а при выраженном рельефе — поперек склонов или по горизонталям (по контуру).

Земли с сильносмытыми или сильноразвееваемыми почвами при крутизне склона более 5° обычно отводят под почвозащитные севообороты с многолетними травами и 2—3 полями зерновых культур или залужают.

На черноземах в зоне проявления водной и ветровой эрозий (Правобережье Волги) в почвозащитных севооборотах рекомендуют следующее чередование культур: 1—4— многолетние травы (травосмесь бобовых и злаковых), 5—6— зерновые, 7—посо с подсевом трав.

На каштановых и светло-каштановых почвах в зоне проявления ветровой и водно-ветровой эрозий (Левобережье Волги) устанавливают такое чередование культур в почвозащитных севооборотах: 1—

5— многолетние травы (травосмесь бобовых и злаковых), 6— яровые колосовые, озимая рожь, 7— ячмень.

На сильносмытых и сильнодефлированных почвах многолетние травы чередуют полосами на поле с зерновыми культурами прямолинейно или по контуру.

Эродированные склоны крутизной от 8 до 16° залужают в системе окаймляющих лесных полос и кустарниковых кулис или полностью залесают. Систему защитных насаждений и гидротехнических сооружений увязывают с дорогами, скотопрогонами, оросительными каналами так, чтобы при дальнейшем использовании этих земель не допускать эрозий.

Агротехнические противоэрозионные мероприятия (комплексы) должны предотвращать водную и ветровую эрозии почв во все периоды года. Поэтому их разрабатывают, прогнозируя возможное развитие эрозионных процессов на каждом поле севооборота с учетом состояния почвы, рельефа и особенностей высеваемой культуры.

В местах проявления ветровой эрозии предусматривают уменьшение механического воздействия на почву, сохранение пожнивных остатков на ее поверхности. На всех полях севооборотов используют почвозащитную технологию возделывания культур с плоскорезной (чизельной) обработкой почвы и систему противоэрозионных машин.

В местах проявления водной эрозии комплекс противоэрозионных агротехнических мероприятий должен предотвращать сток талых и дождевых вод, а также смыл и размыв почвы. Талые воды на зяби задерживают прежде всего с помощью осенней вспашки с прерывистым бороздованием, лункования или плоскорезной обработки поперек склона. На склонах круче 2° применяют вспашку с почвоуглублением и ступенчатую. При минимальной обработке необходимо щелевание через 2—4 м и поперек склона или по горизонталям.

Для задержания летнего (ливневого) стока на пахотных склонах осуществляют следующие дополнительные приемы: посев яровых поперек склона, щелевание междурядий пропашных и паров, создание буферных полос на посевах и парах.

На разносторонних и ложбинистых склонах желательно применять контурную вспашку полей и участков вдоль горизонталей, направление которых определяют с помощью нивелира.

В местах совместного проявления водной и ветровой эрозий комплекс противоэрозионных агротехнических мероприятий должен предотвращать сток и смыл, а также выдувание (дефляцию) почвы.

Защитное лесоразведение во всех микроразнонах предназначено для задержания, накопления и равномерного распределения снега, перевода поверхностного стока талых и ливневых вод во внутрисочный, предотвращения смыва и оврагообразования, лучшего на-

копления и сохранения влаги в почве и в водных источниках, снижения отрицательного действия суховея и ветровой эрозии. Наибольший эффект полезащитное лесоразведение обеспечивает в сочетании с почвозащитной агротехникой.

Гидротехнические сооружения создают для того, чтобы при необходимости можно было немедленно приостановить размыв почвы. Из них наиболее распространены распылители стока, водонаправляющие и водоотводящие каналы, валы-террасы, водозадерживающие и водоотводящие валы, пруды, вершинные и донные сооружения.

В системе мер борьбы с засухой на юге Поволжья важную роль отводят орошению. Эффективность орошаемого земледелия находится в прямой зависимости от качества ирригационных систем, их технического уровня и правильности использования мелиорированных угодий.

Научно обоснованные системы орошаемого земледелия должны включать интенсивные севообороты с посевами люцерны, кукурузы на зерно и другие высокопродуктивные культуры, способные давать максимальную отдачу продукцией, прогрессивные технологии возделывания с программированием урожая этих культур и мероприятия, направленные на повышение плодородия почвы. Чтобы предотвратить ирригационную эрозию, вторичное засоление, слитость, дегумификацию и т. д., необходимо строго нормировать поливы, соблюдать севообороты, широко применять органические и минеральные удобрения, специальные способы обработки почвы (шелование, чизелевание).

Система защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков. В зоне Поволжья видовой состав вредителей и болезней сельскохозяйственных культур многообразен. На посевах пшеницы, ржи, ячменя и овса живут и размножаются более 40 видов насекомых. Наиболее распространены злаковые мухи, трипсы, тли, хлебные пилильщики, зерновые совки, вредная черепашка, проволочники. На больших площадях, особенно в засушливые годы, пшеница и ячмень сильно поражаются корневыми гнилями, снижающими урожайность этих культур на 0,1—0,25 т/га. В отдельные годы посевы пшеницы страдают от пыльной головни и ржавчины.

На посевах люцерны размножается более 200 вредных насекомых. Всходы кукурузы часто изреживаются проволочниками. Картофелю значительный вред причиняют колорадский жук, грибные и вирусные болезни.

Наряду с вредителями и болезнями в посевах распространено более 200 видов сорняков, в том числе карантинные — амброзия трехраздельная, амброзия многолетняя, горчак розовый, подсолнечник сорный и повилика.

Ощутимый ущерб сельскохозяйственным культурам наносят суслики, мышевидные грызуны, ложнопроволочники, подгрызающие совки, луговой мотылек.

В условиях орошения и во влажные годы возникают эпифитотии бурой ржавчины и мучнистой росы.

Многие виды вредителей, болезней и сорняков распространены в Поволжье повсеместно. Некоторые из них встречаются лишь в определенных районах. Например, в лесостепи наиболее распространены злаковые мухи, подгрызающие совки, злаковые тли, мучнистая роса, ржавчинные грибы. В степных районах для зерновых культур наиболее опасны клопы-черепашки, хлебные жуки, злаковые мухи, хлебные пилильщики, зерновая совка, листовые и стеблевые хлебные блошки, злаковые трипсы и проволочники, а из болезней — бурая ржавчина, мучнистая роса, корневые гнили, головня.

В сухой и полупустынной степи Заволжья посевы зерновых сильно повреждают суслики и другие грызуны, из насекомых — зерновая совка, злаковые трипсы, хлебные стеблевые пилильщики. Из возбудителей болезней зерновых культур опасны корневые гнили, пятнистый и линейный бактериозы.

Систему интегрированной защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков в Поволжье нужно разрабатывать с учетом перечисленных особенностей.

Агротехнические меры борьбы. Один из главных агротехнических приемов — строгое соблюдение севооборотов. Правильное чередование и смена культур в полях севооборотов в сочетании с качественной основной обработкой почвы позволяют очистить почву от зачатков вредителей, болезней и сорняков. Наряду с основной обработкой особое внимание следует обратить на тщательную подготовку к посеву верхнего слоя почвы (6—8 см). Малейшее нарушение предпосевной технологии влечет потерю влаги, иссушение почвы, плохое очищение ее от вредителей, возбудителей болезней и сорняков.

Присутствие в севообороте бобовых, пропашных, кормовых культур и овса снижает зараженность почвы возбудителями корневых гнилей.

Существенное значение имеет и пространственное размещение культур. Например, при удалении посевов яровой пшеницы от озимой на 1—1,5 км всходы первой в 4—5 раз меньше повреждаются шведской и гессенской мухами, чем при смежном расположении.

Важное условие успешной защиты посевов от насекомых и болезней в Поволжье — оптимальные сроки посева сельскохозяйственных культур.

Биологический метод борьбы с вредителями и возбудителями болезней. Он должен найти в Поволжье более широкое распространение. Необходимо осуществлять воспроизводство трихограммы, фитосейулюса и других полезных насекомых. Трихограмму используют для борьбы с вредителями сахарной свеклы, гороха, овощных и плодовых культур, фитосейулюс — с паутинным клещом на огурце в защищенном грунте.

Для борьбы с листогрызущими вредителями овощных культур применяют бактериальные препараты — энтобактерин, дендробациллин, на картофеле против колорадского жука — боверин, битоксибациллин.

С грызунами на полях, в складских помещениях, парниках и садах можно успешно бороться с помощью бактороденцида или бактокумарина.

Химические средства защиты растений. Их необходимо использовать с учетом экономического порога вредоносности, наличия энтомофагов, сдерживающих развитие вредителей. Семена зерновых культур обеззараживают от всех видов головневых болезней и корневых гнилей заблаговременным (за 3–6 мес) протравливанием.

Против вредной черепашки в фазе цветения и при наливе зерна посевы пшеницы обрабатывают инсектицидами.

Для предупреждения вспышки мучнистой росы и ржавчины на посевах применяют некорневую подкормку яровой пшеницы в период кущения — выхода в трубку фосфорно-калийными удобрениями (хлористый калий — 8 кг/га, суперфосфат — 8–7 кг/га, раствор рабочей жидкости — 100 л/га).

При угрозе развития эпитотии и ржавчины (появление первых пустул ржавчины) семенные участки опрыскивают фунгицидами.

Наибольший эффект в борьбе с вредителями, болезнями и сорняками достигают при комплексном применении агротехнических, биологических и химических методов, широкое использование прогрессивных технологий возделывания культур.

4.2.3. СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ

В зоне Северного Кавказа, охватывающей территорию Краснодарского и Ставропольского краев, Ростовской области, а также Дагестан, Кабардино-Балкарию, Северную Осетию — Аланию, Чечню, Ингушетию, около 20 млн га сельскохозяйственных угодий, в том числе более 16 млн га пашни.

Природно-климатические условия. Климат. В целом климат благоприятен для развития земледелия. В лесостепи и предгорных районах количество осадков достигает 800 мм в год. Сюда можно отнести Прикубанскую равнину, пологие склоны предгорий Краснодарского и Ставропольского краев, Кабардино-Балкарию, Северную Осетию, Чечню, Ингушетию. Вдоль северной стороны Кавказского хребта за год выпадает более 800 мм осадков.

Зона неустойчивого увлажнения с суммой осадков 450–600 мм охватывает Ставропольскую возвышенность, равнинные районы Краснодарского края, Кабардино-Балкарии, Чечни, Ингушетии и Северной Осети.

Засушливая степная зона с осадками 300–450 мм в год занимает

большую часть Ростовской области, северные районы Ставропольского и Краснодарского краев.

Подзона сухой степи с количеством годовых осадков 200–300 мм в год охватывает восточные районы Ростовской области и Ставропольского края. Сумма эффективных температур (выше 10 °С) здесь составляет 3200–3700 °С.

Степные и южные лесостепные районы Северного Кавказа часто подвергаются засухам. Значительная часть территории находится под сильным воздействием ветровой эрозии почв. Наиболее часто пыльные бури наблюдаются в Армавирском коридоре, основные площади которого расположены в Ставропольском и Краснодарском краях. Скорость ветра во время пыльных бурь здесь может достигать 25–30 м/с; они сопровождаются большим выдуванием почвы (100–200 т/га).

В районах с *расчлененным рельефом* проявляется водная эрозия почв. Смыв почвы достигает 15–30 т/га.

Почвенный покров. В основном представлен черноземами (южные, обыкновенные, карбонатные, выщелоченные) с содержанием гумуса от 3 до 8 %. По гранулометрическому составу они относятся к легко- и среднесуглинистым. Среди них встречаются солончаковые и солонцеватые почвы.

На юге степной подзоны расположены южные суглинистые черноземы с мощностью гумусового горизонта 50–70 см и содержанием гумуса 4–5 %. На крайнем юге неширокой полосой вдоль северных берегов Черного моря залегают темно-каштановые и каштановые почвы с пониженным содержанием гумуса и менее мощным гумусовым горизонтом. В комплексе с ними встречаются пятна солонцов и хлоридных солончаков.

Под влиянием интенсивных обработок, резких колебаний температуры в зимний и весенний периоды почва распыляется, устойчивость ее к ветровой и водной эрозиям снижается.

Рельеф. В северных районах рельеф равнинный, а по мере продвижения на юг он переходит в предгорный и горный. Эти особенности рельефа способствуют развитию ветровой (в равнинной части) и водной (в предгорных и горных районах) эрозий. В районах с увалисто-равнинным рельефом, сильными ветрами и осадками 450–550 мм проявляются и ветровая, и водная эрозии.

Растительный покров. Он в связи с высокой распаханностью земель в основном представлен культурными растениями. В менее освоенных горных и степных районах преобладает естественная растительность.

В посевах наибольший удельный вес занимают зерновые культуры, среди которых основная — озимая пшеница. Под нее отводят до 50 % и более площади севооборотов. Под техническими культурами в Ростовской области и Ставропольском крае занято 8–9,5 %, в Краснодарском крае — 15–20 % пашни. Удельный вес кормовых культур — 25–30 %.

По многолетним наблюдениям, в степных и южных лесостепных районах наилучшие перезимовка озимых, а также развитие посевов этих и других культур обеспечиваются в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах с чистыми и кулисными парами.

В борьбе с засухой и эрозией почв важное значение имеют полезащитное лесоразведение, облесение песков, оврагов, берегов рек и озер.

Главные особенности земледелия районов Северного Кавказа — часто повторяющиеся засухи, совместное проявление ветровой и водной эрозий.

Основные задачи системы земледелия. Главные задачи системы земледелия следующие:

создание более благоприятного водного режима и преодоление вредных последствий засух, особенно в степных районах;

создание условий для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на основе интенсификации земледелия;

сохранение и повышение плодородия почв, предотвращение ветровой и водной эрозий;

оптимизация структуры посевных площадей с учетом специализации зоны.

Разнообразие климатических и почвенных условий диктует необходимость дифференциального подхода и учета особенностей применительно к каждому хозяйству. В лесостепных и предгорных районах с наиболее плодородными почвами и достаточным количеством осадков природным и экономическим условиям более соответствуют интенсивные системы земледелия.

Система севооборотов. Построение севооборотов в Ростовской области, Ставропольском и Краснодарском краях из-за различия почвенно-климатических условий и специализации хозяйств существенно различается. В Ставропольском крае и Ростовской области, особенно в восточных районах с дефицитом осадков, в основу построения схем севооборотов положено звено с чистым паром — зернопаровые, зернопаропропашные севообороты с короткой ротацией. В Краснодарском крае преобладают зернопропашные, пропашные, плодосменные севообороты с высоким удельным весом сахарной свеклы и других пропашных культур. Построение таких севооборотов с длинной ротацией объясняется включением в них культур, требующих длительного разрыва в посеве (подсолнечник, сахарная свекла и др.), а также стремлением уменьшить площади под многолетними травами и чистыми парами.

Основная задача при введении и освоении полевых севооборотов во всех почвенно-климатических зонах края — обеспечение хорошими предшественниками ведущей продовольственной культуры — озимой пшеницы. Лучший предшественник для нее — чистый пар. Накапливая и сохраняя до посева влагу в почве, очищая ее от сорняков, возбудителей болезней и вредителей, пары не только

обеспечивают дружные всходы и нормальное развитие растений с осени, но и хорошую перезимовку, положительно влияют на их рост в течение всей вегетации, позволяют получать высокие стабильные урожаи. Кроме того, озимая пшеница, выращенная по чистым парам, служит неплохим предшественником для других культур.

На склонах крутизной более 3° чистые (черные) пары заменяют многолетними травами и однолетними культурами сплошного сева.

Из занятых паров наиболее высокую эффективность имели эспарцетовый на один укос, а также бобово-злаковые (горох + овес, яровая вика, озимая пшеница + озимая вика). Положительная роль занятых паров проявляется лишь при условии своевременной уборки парозанимающей культуры, качественной подготовки почвы и накопления достаточных запасов влаги в ней.

Наряду с занятыми парами хорошие предшественники озимых зерновых — бобовые культуры. Севообороты, включающие их, дают наиболее высокий вырост зерна с гектара севооборотной площади.

Широко распространенными предшественниками озимой пшеницы на Северном Кавказе являются пропашные культуры, убираемые на силос (кукуруза, подсолнечник и др.). Недостаток этих предшественников — малые запасы влаги и азота к моменту посева озимых. На получении всходов озимой пшеницы отрицательно сказывается также излишняя рыхлость почвы после вспашки, особенно поздней. В последние годы многие хозяйства зоны вместо вспашки стали применять поверхностную обработку почвы.

Сахарную свеклу, как правило, размещают после озимой пшеницы, идущей по чистому или занятому пару. Нельзя допускать повторных посевов сахарной свеклы, а также размещать ее по кукурузе на зерно, подсолнечнику, другим сильно иссушающим почву предшественникам.

После сахарной свеклы обычно размещают кукурузу на силос или яровой ячмень. Подсолнечник выращивают в конце севооборота. В связи с тем что эта культура при повторных посевах очень сильно поражается серой плесенью и заразихой, ее возвращают в севооборотах на старое место не ранее чем через 7—9 лет.

Рассмотрим основные примерные схемы севооборотов для Северного Кавказа.

Зернопаровые севообороты — 5-польный: 1 — чистый пар, 2—3 — озимая пшеница, 4 — просо, 5 — озимый, яровой ячмень или овес; 6-польный: 7 — чистый пар, 2—3 — озимая пшеница, 4 — чистый пар, 5 — озимая пшеница, 6 — яровые зерновые или клешевина.

Зернопаропропашные севообороты — 5-польный: 1 — чистый пар, 2—3 — озимая пшеница, 4 — кукуруза на силос, сорго, 5 — яровой, озимый ячмень, просо; 8-польный: 1 — чистый пар, 2—3 — озимая пшеница, 4 — пропашные силосные (кукуруза, подсолнечник, сорго), 5 — озимый, яровой ячмень, 6 — чистый пар, 7 — озимая пше-

ница, 8— сорго на зерно; 8-польный: 1 — чистый пар, 2— озимая пшеница, 3 — яровой ячмень с подсевом эспарцета, 4 — эспарцет, 5 — озимая пшеница, 6 — пропашные на силос, 7 — озимая пшеница, 8 — подсолнечник.

Зернопропашные севообороты — 8-польный: 1 — зерновые бобовые, 2—3 — озимая пшеница, 4 — подсолнечник, 5 — занятый пар, 6 — озимая пшеница, 7 — кукуруза на зерно, <? — клевер; 9-польный: 1 — занятый пар, 2 — озимая пшеница, 3 — сахарная свекла, 4 — зерновые бобовые, 5 — озимая пшеница, 6 — подсолнечник, 7 — кукуруза на силос, # — озимая пшеница, 9 — яровой ячмень с подсевом эспарцета.

Пропашные севообороты — 8-польный: 7 — горох, 2 — озимая пшеница, 3 — картофель, сахарная свекла, 4 — кукуруза на силос, 5 — озимый ячмень, яровые зерновые, 6 — кукуруза на зерно, 7 — подсолнечник, 8 — яровые зерновые; 9-польный: 1 — занятый пар, 2 — озимая пшеница, 3 — сахарная свекла, кукуруза на зерно, 4 — кукуруза на силос, гречиха, 5 — озимая пшеница, 6 — кукуруза на зерно, 7 — кукуруза на силос, 8 — озимый ячмень, 9 — подсолнечник.

На склоновых землях, подверженных ветровой и водной эрозии, следует вводить *почвозащитные севообороты* с контурной организацией территории, полосным размещением культур. Культуры чередуют так, чтобы в одном поле были полосы, выполняющие почвозащитную роль (многолетние травы, зерновые сплошного посева и др.), и защищали бы вторую, менее устойчивую к эрозии полосу посева или чистого пара. Например, 1 — многолетние травы, озимая пшеница, 2 — многолетние травы, картофель, 3 — многолетние травы, овес + травы, 4 — озимая пшеница, многолетние травы, 5 — картофель, многолетние травы, 6 — овес + травы, многолетние травы.

В кормовых прифермских севооборотах размещают кукурузу и сорго, многолетние и однолетние травы, озимые и яровые зерновые.

Система обработки почвы. В засушливых районах на легких почвах применяют почвозащитную обработку с сохранением стерни, которая позволяет хорошо защищать почву от ветровой эрозии, накапливать больше влаги.

В районах ветровых коридоров (Армавирский и др.) эффективна плоскорезная обработка.

В районах достаточного увлажнения на тяжелых почвах применяют вспашку на различную глубину, а также вспашку с плоскорезной и поверхностной обработками в зависимости от требований технологии возделываемых здесь культур.

Обработка почвы чистых паров под озимые культуры. Ее в острозасушливых восточных и южных районах начинают с послеуборочного рыхления игольчатой бороной БИГ-3. Затем в течение 2—3 дней проводят первую обработку противоэро-

зионным культиватором КПЭ-3,8 или КПШ-9 на глубину 10—12 см. В дальнейшем, до поздней осени, при выпадении дождей, почву боронуют. Это позволяет лучше сохранить стерню и накопить больше влаги. При появлении сорняков поле культивируют с помощью КПЭ-3,8 или КПШ-9 на глубину 12—14 см. Основную обработку пара проводят в первой декаде октября культиватором-глубококорыхлителем КПГ-250 или КПГ-2-150 на глубину 25—27 см. Такой агрокомплекс способствует лучшему накоплению влаги в почве, очищению ее от сорняков и защите от осенне-зимней ветровой эрозии.

Весной почву боронуют, культивируют на 14—16 см культиваторами-плоскорезами КПШ-9 в агрегате с катками ЗКК-6А, что позволяет тщательнее разделять посевной слой почвы.

Последующую обработку пара осуществляют культиваторами КПП-2,2 или КПШ-9 на 10—12 и 8—10 см. Предпосевную культивацию выполняют на глубину посева семян озимой пшеницы (6—8 см). При выпадении дождей проводят боронование бороной БИГ-3 для уничтожения корки и сохранения влаги в почве. Пшеницу высевают зерновыми стержневыми сеялками поперек направления господствующих эрозионно опасных ветров.

Технология подготовки раннего пара включает следующие операции. С осени стерню не обрабатывают, поэтому в зимний и ранневесенний периоды она хорошо защищает почву от ветровой эрозии, способствует лучшему накоплению и сохранению влаги. Вспашка раннего пара должна завершиться к концу апреля.

Число летних поверхностных обработок паров зависит от состояния почвы, выпадения осадков, засоренности полей. В эрозионно опасных районах оно сокращается.

Послойные обработки на разную глубину дают лучшие результаты по сравнению с обработкой на одну глубину. Весной, после покровного боронования, при появлении массовых всходов сорняков, проводят первую глубокую культивацию на 10—12 см тяжелыми культиваторами КПЭ-3,8, КПШ-9. Против многолетних сорняков применяют лемешное лушение на глубину 12—14 см, а также культивацию противоэрозионным культиватором КПШ-9. В дальнейшем используют паровые и штанговые культиваторы, постепенно уменьшая глубину обработки. Последнюю культивацию проводят на глубину посева семян (5—6 см). Несвоевременная и некачественная обработка паров приводит к большим потерям влаги, плохому очищению полей от сорняков, развитию эрозионных процессов и как следствие к значительному снижению урожая. Типичная ошибка при завершении подготовки чистых паров — их чрезмерное рыхление.

Обработка почвы под озимые культуры после непаровых предшественников. Она имеет свои особенности. Главные задачи такой обработки — своевременная качественная разделка почвы, сохранение влаги, устранение глыбистос-

ти и уничтожение сорняков. В этих целях необходимо не допускать разрыва между уборкой предшественника и первой обработкой (лущение, обработка БИГ-3).

При размещении в севообороте озимых после пропашных культур не следует ждать окончания уборки всего поля, а надо начинать обработку почвы при освобождении отдельных участков. При этом важно добиться оптимального сложения пахотного слоя с помощью боронования и прикатывания.

После занятых паров и зерновых бобовых культур основную обработку проводят с учетом влажности почвы, видового состава сорняков, возможности крошения обрабатываемого слоя. Если почва крошится при вспашке хорошо, ее проводят на глубину 14—16 см комбинированным пахотным агрегатом или лемешным лушильником ПЛ-10-25 с последующей разделкой верхнего слоя игольчатой бороной БИГ-3.

При иссушении почвы под озимые вместо отвальной вспашки целесообразнее проведение качественной поверхностной обработки на глубину 10—12 см. Для этого используют бороны БДН-3, БДТ-7 и др. Хорошие результаты дает работа противоэрозионного культиватора КПЭ-3,8 и культиваторов-плоскорезов КПШ-9, КПП-2,2, особенно в сочетании с боронами БИГ-3.

Высокий эффект при подготовке почвы под озимые после непаровых предшественников обеспечивает применение комбинированного почвообрабатывающего агрегата АКП-2,5, позволяющего при одном проходе совмещать четыре технологические операции — поверхностное рыхление, подрезание почвы на глубину 10—14 см плоскорезом, выравнивание и прикатывание. Верхний слой почвы при этом не оборачивается, хорошо разделяется до мелкокомковатого состояния и выравнивается. После прохода агрегата АКП-2,5 на поверхности поля остаются незаделанными до 60 % стерни, из которой создают мульчирующий слой, защищающий почву от эрозии и хорошо сохраняющий влагу. Такая подготовка поля обеспечивает качественный посев и дружные всходы пшеницы.

Система удобрения. При интенсивном ведении земледелия и разработке системы удобрения для конкретного хозяйства необходимо учитывать результаты исследований научных учреждений, сортоучастков и местный опыт. Для всех районов Северного Кавказа исключительно важно приостановить снижение запасов гумуса в почве путем применения органических и минеральных удобрений, травосеяния, сидерации и использования растительных остатков. Это особенно касается Ростовской области, где в результате длительного нарушения закона возврата произошла значительная деградация черноземов и сохраняется отрицательный баланс органического вещества.

По данным Ставропольского НИИСХ, в 5—6-польном севообороте дефицит органического вещества в среднем за ротацию составляет 21—25 т/га. Внесение минеральных удобрений снижает дефи-

цит на 2—3 т/га, а хорошо приготовленного навоза в дозе не менее 60 т/га полностью устраняет его. Следовательно, для поддержания бездефицитного баланса гумуса в севообороте необходимо ежегодно вносить на 1 га пашни не менее 8—10 т навоза или 6—8 т навоза с достаточным количеством минеральных удобрений. При этом необходимо учитывать минерализацию органического вещества в период парования.

Во всех районах Северного Кавказа высокоэффективно применение удобрений под озимую пшеницу. При этом прибавка урожая от минеральных удобрений достигает по парам 1,1—1,3 т/га, непаровым предшественникам — 0,8—1,0 т/га. Высокую отдачу от удобрений могут давать сахарная свекла, подсолнечник, зерновые бобовые, кукуруза, сорго, люцерна и другие культуры.

Систему удобрений в севообороте разрабатывают для каждого поля с учетом запланированного урожая и требований технологии возделываемых культур.

Действие основного удобрения рассчитывают на несколько лет ротации севооборота (или его звена). Под большинство культур целесообразно применять рядковое удобрение фосфором. Прикорневые подкормки азотом лучше проводить на полях, хорошо обеспеченных подвижным фосфором; на почвах с низким содержанием фосфора используют азотно-фосфорные удобрения. Для получения зерна высокого качества необходимы подкормки пшеницы в период колошения.

Правильная система удобрения позволяет получать высокие стабильные урожаи сельскохозяйственных культур, одновременно обеспечивая повышение плодородия почвы и качества продукции.

Защита почв от дефляции и водной эрозии, борьба с засухой. Северный Кавказ — зона активного проявления ветровой и водной эрозии. Здесь часты и засухи, особенно в июне и июле. Под влиянием ежегодной вспашки, резких колебаний температуры в зимний и весенний периоды почва теряет связность, устойчивость против ветра и воды, эродирована.

Пыльные бури уносят почву, выдувают семена, засекают молодые посевы. Наиболее часто (с интервалом 1—4 года) они отмечаются в центральной части зоны, в Армавирском ветровом коридоре и прилегающих к нему районах. Во время пыльных бурь скорость ветра достигает 30 м/с; потери почвы при отсутствии почвозащитных мер составляют 100—300 т/га (сдувается слой 1—3 см), а на отдельных полях центральной части Северного Кавказа — 1000—2000 т/га (10—20 см).

На территории Северного Кавказа выделяют 14 основных ветровых коридоров. Общая площадь их составляет около 2,2 млн га, в том числе в Ростовской области 1380 тыс. га, в Ставропольском крае 490 тыс. га, в Краснодарском крае 310 тыс. га.

В ветровых коридорах наряду с дефляцией проявляется водная эрозия почв (смыв, размыв, образование оврагов), вызываемая сто-

ком ливневых и талых вод. Наиболее ощутима она в Ростовской области, в предгорных и горных районах. Вместе с водой в реки, водоемы и моря ежегодно уносится много почвы и питательных веществ.

В годы проявления засух и пыльных бурь урожайность снижается в 1,5—2 раза.

Для Ставропольского края, Ростовской области характерно большое разнообразие проявления засух по времени их наступления, интенсивности и продолжительности.

Для районов Северного Кавказа разработан комплекс почвозащитных мероприятий. Это стало основой проектов по новому землеустройству, включающих противоэрозионную организацию территории хозяйств, технологию обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур, агролесомелиорацию, гидротехнические сооружения по регулированию стока талых и дождевых вод, орошение.

Почвозащитный комплекс для районов засушливой зоны и против проявления дефляции включает: введение 3—5-польных зернопаровых севооборотов с полосным размещением пара поперек господствующих ветров (ширина полос 50—100 м), посадки полезащитных лесных полос через 250—300 м, обработку почвы с сохранением пожнивных остатков на парах и зяби, посев зерновых культур стерневыми сеялками, устройство орошаемых участков для посева кормовых культур и лесных насаждений вдоль оросительных каналов и по границам орошаемых полей, мелиорацию солонцовых почв.

Система защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. В районах Северного Кавказа и юга Украины посевы главной продовольственной культуры — озимой пшеницы — в сильной степени повреждаются хлебной жучелицей и пилильщиками. Распространены здесь озимая совка, луговой мотылек, клоп-черепашка, злаковые мухи и тли, пьявицы, трипсы, мышевидные грызуны.

Из болезней культурных растений повышенной вредоносностью отличаются головневые заболевания, мучнистая роса, корневые гнили зерновых, ложномучнистая роса подсолнечника. В отдельные годы на зерновых сильно проявляются различные виды ржавчины.

Для Северного Кавказа общими мероприятиями по защите растений от вредителей и болезней, уничтожению сорняков являются следующие:

высокая культура земледелия, строгое выполнение комплекса агротехнических мероприятий — чередование культур в севооборотах, правильная обработка почвы, современное и качественное проведение уборки урожая, уничтожение сорной растительности и падалицы, являющихся местами резервации вредителей и возбудителей болезней, обеззараживание посевного материала;

улучшение внутрихозяйственной службы защиты растений,

организация постоянного контроля за появлением вредителей и болезней, засоренностью полей;

рациональное использование химических средств, строгое соблюдение мер безопасности при хранении, транспортировке и применении пестицидов, недопущение загрязнения окружающей среды;

всемерное расширение биологического метода защиты растений;

выполнение мероприятий по карантину сельскохозяйственных растений.

4.3. СТЕПНЫЕ И ЛЕСОСТЕПНЫЕ РАЙОНЫ СИБИРИ

Природно-климатические условия. К л и м а т. Для этих районов характерен резко континентальный климат с частыми (2—3 года из 5 лет) повторениями засух, особенно в степной части. Лето здесь короткое и жаркое. Безморозный период составляет 110—120 дней, с колебаниями от 80 до 150 дней. Днем температура воздуха в июне — июле достигает 35—40 °С, на поверхности почвы 50—55 °С. Относительная влажность воздуха снижается в этот период до 20—12 %. Зимадлинная (150—170 дней), с сильными морозами в декабре—феврале (до -35...-40 °С).

Осадков выпадает мало — в лесостепных районах 400—450 мм, в степных 250—300 мм и ниже (Кулундинская степь). В летние месяцы выпадает 40—50 % годового количества осадков. Наиболее засушливы, как правило, июнь и первая половина июля.

Засухи и суховеи здесь типичные явления. Это необходимо учитывать при разработке систем земледелия. Число дней со скоростью ветра 15 м/с и более в мае—июне в степных районах достигает 15—25. Еще чаще и сильнее засухи и суховеи в сухостепной и полупустынной зонах Кулундинской степи. Частые и сильные ветры в мае—июне вызывают ветровую эрозию почвы, которая причиняет большой ущерб сельскому хозяйству степной и лесостепной частей Сибири.

П о ч в е н н ы й п о к р о в. В основном он представлен обыкновенными, выщелоченными и южными черноземами, темно-каштановыми, каштановыми и светло-каштановыми легкими почвами. Большие площади заняты засоленными почвами и солонцами, на севере лесостепной зоны — серыми лесными и дерново-подзолистыми почвами.

Характерная особенность почв степных районов — подверженность их ветровой эрозиям, лесостепных — водной и совместной (водной и ветровой) эрозиям. После освоения целинные земли претерпели значительные изменения: ухудшилась их структура, уменьшилось содержание гумуса.

Р е л ь е ф. В степных районах Сибири он равнинный, с наличием микропонижений (блюдец), западин и мелкосопочника, образо-

вавшихся в результате деятельности ледника и ветра. В лесостепи преобладает волнисто-увалистый рельеф с долинами древнего стока, балками и оврагами, сформировавшимися под влиянием бассейнов рек Оби, Иртыша, Енисея, Ишима и др. Здесь около половины пашни, а в ряде районов и больше, расположено на склонах крутизной 3—5°, где может активно проявляться водная эрозия почв. На ветроударных склонах южных и юго-западных экспозиций часто можно наблюдать проявления ветровой эрозии (дефляция). Этому способствуют засухи, сильные ветры и повышенная распыленность почвы.

Растительный покров. Он отличается большой специфичностью. В результате распашки целинных и залежных земель естественная травянистая, в основном злаковая и злаково-разнотравная растительность, была заменена культурной. В структуре посевов преобладают яровые зерновые (60—70 %), из которых 70—80 % приходится на главную продовольственную культуру — яровую пшеницу. Кормовые культуры, включая многолетние травы, занимают 23—25 % всех посевов, под чистыми парами находится 10—15 % пашни.

Отличительная особенность сибирского и степного земледелия — почти полное отсутствие в посевах озимых, что обуславливает большую концентрацию и напряженность полевых работ в периоды весеннего посева и уборки урожая, а также лишает почву живой растительности, способной защищать ее от эрозии в осенне-зимний и весенний периоды. Поэтому задача выведения для условий степных и лесостепных районов Сибири морозоустойчивых сортов яри и пшеницы очень актуальна.

Для лесоразведения условия малоблагоприятны, особенно в степных районах. В лесостепи древесная растительность сохраняется в виде колков, малых рощ и искусственных посадок (лесные полосы, приовражные посадки и т. д.).

Основные задачи системы земледелия. Урожайность зерновых и других культур в степных и лесостепных районах Сибири в первую очередь лимитируется недостатком влаги, частыми засухами и ветровой эрозией почв. Поэтому главные задачи системы земледелия — борьба с засухой, суховеями и эрозией, а также улучшение щелочных почв, уничтожение сорной растительности. Иными словами, системы земледелия в этой зоне должны быть почвоводоохранными.

Система севооборотов. Следует отметить особо важную роль севооборота в экстремальных условиях ведения земледелия Сибири. Он выполняет организационную и стабилизирующую функции, является фундаментом всего земледелия. Необходимо подчеркнуть, что чем сложнее условия ведения земледелия, тем важнее роль севооборота.

В хозяйствах Сибири в основном применяют зернопаровые, зернопаропропашные, зернопаротравяные и зернопропашные сево-

обороты. Однако главенствующую роль играют зернопаровые севообороты, позволяющие успешнее решать главную задачу — увеличение производства зерна, прежде всего яровой пшеницы.

Зернопаровые севообороты по зерну наиболее продуктивны, так как чистые пары обеспечивают минимальные потребности яровой пшеницы во влаге и питательных веществах даже в наиболее засушливые годы. На чистых парах ко времени посева яровой пшеницы запасы влаги в метровом слое почвы в 1,5—2 раза выше, чем после зерновых и пропашных предшественников. Исключительно важная роль принадлежит чистым парам в борьбе с сорняками и в мобилизации доступных для растений питательных веществ.

Самый высокий выход зерна с 1 га севооборотной площади дают 4—5-польные зернопаровые севообороты: 1 — чистый пар, 2 — яровая пшеница, 3 — яровая пшеница, 4 — ячмень или 1 — чистый пар, 2 — яровая пшеница, 3 — яровая пшеница, 4 — ячмень, 5 — яровая пшеница.

Для лесостепных районов Сибири рекомендуют такие севообороты: 1 — пар, 2—3 — яровая пшеница, 4 — кукуруза на силос, 5 — яровая пшеница, 6 — ячмень, овес или 1 — пар, 2—3 — яровая пшеница, 4 — зернофуражные, 5 — кукуруза на силос, 6—7 — яровая пшеница, 8 — люцерна (выводное поле на 4—5 лет).

В центральной и северной лесостепи Алтайского края экономически и агротехнически оправданы *зернопаротравяные севообороты*, позволяющие получать с 1 га севооборотной площади довольно высокий выход зерна пшеницы, кормов и протеина (105—115 кг/га на 1 корм, ед.), успешно защищать почву от водной эрозии. Рассмотрим схему такого севооборота: / — пар (чистый или занятый), 2 — пшеница + многолетние травы, 3 — многолетние травы 1-го года пользования, 4 — многолетние травы 2-го года пользования, 5 — пшеница, 6 — овес + вика или овес.

На склонах 3—5° с активным проявлением водной эрозии применяют 4-польные почвозащитные зернотравяные севообороты: 1 — пшеница с подсевом многолетних трав, 2 — многолетние травы 1-го года пользования, 3 — многолетние травы 2-го года пользования, 4 — пшеница.

На более крутых склонах (свыше 5°) чистые пары в севооборотах заменяют занятыми или зерновыми бобовыми культурами, которые размещают полосами поперек склонов с многолетними буферными полосами из многолетних трав шириной 15—20 м на расстоянии 100—200 м, в зависимости от крутизны и экспозиции участка.

На сильноэродированных крутых склонах (более 8°) проводят сплошное залужение многолетними травами.

Для этих районов Сибири можно рекомендовать следующие севообороты.

Лесостепь и умеренно-засушливая степь — 4-польный *зернопаровой*: 1 — пар чистый (кулисный), 2—3 — яровая пшеница, 4 — ячмень; 5-польный: 1 — пар чистый (кулисный), 2 —

^/ — яровая пшеница, 5 — овес, ячмень; 6-польный *зернопаротравяной*: 1 — пар чистый (кулисный), 2—3 — яровая пшеница, 4 — однолетние травы, 5 — яровая пшеница, 6 — ячмень или пшеница; 6-польный *зернопаропропашной*: 7 — пар чистый (кулисный), 2—3 — яровая пшеница, 4 — кукуруза (на силос), 5 — яровая пшеница, 6 — ячмень или овес; 8-польный *зернопаропропашнотравяной*: 7 — пар, 2—3 — яровая пшеница, 4 — зернофуражные (ячмень, овес), 5 — кукуруза на силос (однолетние травы), 6 — яровая пшеница, 7 — яровая пшеница (зернофуражные), 8 — люцерна (выводное поле).

Степь и сухая степь — 3-польный *зернопаровой*: 7 — пар чистый (кулисный), 2—3 — яровая пшеница; 4-польный: 7 — пар чистый (кулисный), 2—3 — яровая пшеница, 4 — ячмень или овес; 5-польный: 7 — пар чистый (кулисный), 2—3 — яровая пшеница, 4 — ячмень или овес, 5 — яровая пшеница; 5-польный *зернопаротравяной*: 1 — пар чистый (кулисный), 2—3 — яровая пшеница, 4 — яровая пшеница + многолетние травы, 5 — многолетние травы (выводное поле).

В зоне полупустыни — 2-польный *зернопаровой*: 1 — пар чистый (кулисный), 2 — яровая пшеница; 3-польный: 7 — пар чистый (полосный, кулисный), 2 — яровая пшеница, 3 — зернофуражные (просо).

Для почв, подверженных ветровой эрозии, рекомендуют 3—4-польные зернопаровые севообороты с полосным размещением чистого пара: 7 — пар чистый (кулисный), яровая пшеница, 2 — яровая пшеница, пар чистый (кулисный) и т. д. (полосы шириной 100 м).

На солонцовых почвах рекомендуют зернопаровые севообороты без пропашных культур, например: 7 — пар чистый (кулисный), 2 — яровая пшеница, 3 — яровая пшеница и зерновые бобовые, 4 — викоовсяная смесь, 5 — яровые зерновые или 7 — донниковый пар, 2 — яровая пшеница, 3 — яровая пшеница и т. д.

В хозяйствах с развитым животноводством рекомендуют *прифермские севообороты*. Вводить и размещать такие севообороты наиболее целесообразно вблизи животноводческих ферм. В этом случае сокращаются транспортные расходы на перевозку зеленой массы, уменьшаются потери при перевозке. При близком расположении к фермам посевов кукурузы и других кормовых культур облегчается удобрение их навозом при минимальных расходах на его транспортировку.

Хорошие урожаи зернофуражных культур в кормовых севооборотах получают при 2—3-летнем чередовании их с кукурузой или просом, высеваемыми на сено.

Для животноводческих комплексов по производству мяса и молока рекомендуют три вида севооборота: *травопольный* с сенокосно-пастбищным использованием, *прифермский*, насыщенный силосными культурами, и *кормовой*, насыщенный зернофуражными культурами.

В пригородных хозяйствах вводят специальные *овощные севообороты*.

Система обработки почвы. Главные задачи обработки почвы: предотвращение возможности появления ветровой эрозии почвы; максимальное накопление и сохранение влаги, ослабление засух; эффективная борьба с сорняками, вредителями и возбудителями болезней растений; создание наилучших условий для посева и развития сельскохозяйственных культур; внесение минеральных и органических удобрений.

Культурная вспашка в степных районах Сибири не решает первые две задачи. Почва при отвальной обработке после уборки урожая, лишаясь растительного покрова и пожнивных остатков, легко подвергается действию ветра и воды. Снег с открытой поверхности пашни сдувается в колки и микропонижения. В результате почва глубоко промерзает и позднее оттаивает весной (до 5—10 июня).

При осенней обработке после зерновых культур культиватором-плоскорезом большая часть стерни (80—85 %) сохраняется на поле. Она хорошо задерживает первый снег и защищает почву от осеннего, зимнего и весеннего выдуваний, способствует меньшему промерзанию и лучшему накоплению влаги. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы при плоскорезной обработке на 30—60 мм выше, чем по вспашке. Особенно эффективна плоскорезная обработка бывает в засушливые годы.

В более увлажненных лесостепных районах Сибири система обработки почвы должна рационально сочетать приемы безотвальной, отвальной и поверхностной обработок, отдавая предпочтение тому или иному способу в зависимости от складывающихся местных погодных условий, состояния поля, предшественника, требований возделываемой культуры, рельефа, проявления эрозионных процессов, засоренности и других особенностей (система комбинированной обработки почвы).

В условиях Приобской лесостепи Алтайского края с осадками 400—450 мм и расчлененным рельефом безотвальная обработка позволяет резко ослабить действие водной эрозии, сохранить почву от смыва и накопить в ней больше влаги к посеву яровых культур. При плоскорезной обработке в метровом слое почвы дополнительно накапливается до 30—40 мм воды по сравнению с количеством ее при обычной вспашке. Урожайность яровой пшеницы при этом повышается на 0,2—0,4 т/га. В засушливые годы прибавка урожайности по шюскорезной обработке достигала 0,4—0,5 т/га. Глубина обработки зависит от типа почвы, экспозиции и крутизны склона, степени засоренности и других факторов.

В хозяйствах Приобской зоны применяют следующие системы обработки почвы в зернопаровых, зернопаропропашных и зернотравяных севооборотах.

Зернопаровой севооборот: 1 — пар чистый (кулисный) — осенняя

(после уборки предшествующей культуры) или весенняя обработка КПП-2,2. Первая — на глубину 10—12 см, вторая — 12—14 см, культивация штанговым культиватором КШ-3,6 на 6—8 см по мере отрастания сорняков и выпадения дождей. Рыхление КПП-250 на 25—27 см в августе—сентябре, позднее (октябрь) рыхление КПП-250 на 27—30 см для лучшего использования осенне-зимних осадков и предотвращения водной эрозии весной следующего года; 2 — яровая пшеница — весеннее боронование игольчатой бороной БИГ-3, предпосевная культивация КПЭ-3,8 со штангой, посев сеялкой СЗП-3,6, основная обработка КПП-2,2 после уборки урожая на глубину 14—16 см; 3 — яровая пшеница — весеннее боронование игольчатой бороной БИГ-3, предпосевная культивация КПЭ-3,8 со штангой, посев сеялкой СЗП-3,6, основная обработка КПП-250 после уборки урожая на 20—22 см; 4 — овес — весеннее боронование БИГ-3, предпосевная культивация КПЭ-3,8, посев сеялкой СЗП-3,6, основная обработка после уборки урожая КПП-2,2 на глубину 14—16 см; 5 — яровая пшеница — весеннее боронование БИГ-3, предпосевная культивация КПЭ-3,8, посев сеялкой СЗП-3,6.

Сроки проведения работ и число обработок могут меняться в зависимости от погодных условий года, засоренности поля и других обстоятельств.

Зернопаропропашной севооборот: 1,2н3 — поля обрабатывают по предыдущей схеме; 4 — кукуруза на силос — осенняя (после яровой пшеницы) вспашка на 23—25 см с заделкой органических удобрений (20—30 т/га), весеннее боронование бороной «Зиг-заг», предпосевная культивация, посев сеялкой СЗП-3,6, основная обработка после уборки урожая плугом или культиватором-глубококорыхлителем КПП-250 на 20—22 см; 5 — яровая пшеница — весеннее боронование БИГ-3, предпосевная культивация КПЭ-3,8, посев сеялкой СЗП-3,6, основная обработка КПП-2,2 на 14—15 см; 6 — овес — весеннее боронование БИГ-3, предпосевная культивация КПЭ-3,8, посев сеялкой СЗП-3,6.

В засушливые годы под кукурузу вместо вспашки применяют плоскорезное рыхление на глубину 14—15 или 20—22 см.

Зернотравяной севооборот: 1 — яровая пшеница — весеннее боронование игольчатой бороной БИГ-3, предпосевная культивация КПЭ-3,8, посев сеялкой СЗП-3,6, обработка КПП-2,2 на глубину 14—15 см; 2 — яровая пшеница + многолетние травы — весеннее боронование БИГ-3, предпосевная культивация КПЭ-3,8, посев СЗП-3,6 или зернотравяной сеялкой; 3 — многолетние травы 1-го года пользования — уход в соответствии с принятой зональной технологией; 4 — многолетние травы 2-го года пользования — уход и уборка урожая в соответствии с принятой зональной технологией, основная обработка почвы — вспашка на 23—25 см, разделка пласта БДТ-7, БДТ-10.

Площади многолетних трав со слабой дерниной можно обраба-

тывать культиватором-глубококорыхлителем КПП-250 на глубину 23—25 см.

Для лесостепи Зауралья (Курганская область), где ветровая и водная эрозии проявляются слабо, а главный фактор, лимитирующий урожай, — засуха, Т. С. Мальцев в конце 40-х — начале 50-х годов предложил обработку, основанную на сочетании глубокого и поверхностного рыхлений. Основную обработку пара безотвальными орудиями он рекомендовал проводить на глубину 27—30 см, а зяблевую в остальных полях севооборота — дисковыми лушильниками на 10—12 см в два следа.

В отличие от системы обработки почвы, рассчитанной на максимальное сохранение стерни как главного противоэрозионного средства, система обработки по Т. С. Мальцеву отводит стерне другое назначение, превращая ее при лущении в мульчирующий ежой, хорошо сохраняющий влагу и способствующий накоплению в почве органического вещества за счет пожнивных остатков и корней однолетних культур.

Глубокая безотвальная обработка по методу Т. С. Мальцева дает положительные результаты на лугово-черноземных почвах, обыкновенных и выщелоченных черноземах более тяжелого гранулометрического состава, а также на средне- и глубокостолбчатых солонцах.

В северной лесостепи Сибири с большим количеством осадков и тяжелыми почвами безотвальную обработку нередко применяют вместо перепашки паров и зяби весной под пропашные культуры.

В степных и лесостепных районах Сибири исключительно большое значение для провокации и уничтожения овсяга и других сорняков имеет весенняя предпосевная культивация.

Виды и сроки проведения работ необходимо уточнять для каждого хозяйства с учетом погодных условий и технической вооруженности.

Технология подготовки чистого, (черного и раннего) пара в лесостепных районах несколько иная. При подготовке его по схеме черного пара после пожнивного рыхления или лущения (в зависимости от местных условий) производят глубокое рыхление или вспашку для лучшего накопления влаги в первую зиму. Органические удобрения вносят под вспашку или поверхностно осенью, или на следующее лето.

Существенный эффект дает перенос последней (основной) глубокой обработки пара с августа на сентябрь или даже октябрь. Это позволяет значительно сократить потери влаги на испарение, устранить распыление верхнего слоя почвы в результате многократных обработок летом и осенью, а главное — создать дополнительный объем пор для поглощения талых вод весной и снижения отрицательного воздействия водной эрозии.

Система удобрения. По заключению выдающегося русского ученого-почвовода В. В. Докучаева, черноземы Сибири отличаются

способностью давать хорошие урожаи. Вместе с тем он отмечал, что, имея небольшой перегнойный горизонт (30—50 см) и невысокие запасы гумуса (4—6 %), они при неправильном использовании могут довольно быстро «изнашиваться», снижать свое естественное плодородие. Предвидение ученого подтвердилось. После 8—10-летней неправильной эксплуатации без применения удобрений новые (целинные) земли на больших площадях значительно снизили свое плодородие и стали подвергаться ветровой и водной эрозиям.

Результаты многолетнего изучения различных систем удобрения в зернопаровых севооборотах показали, что наибольший сбор зерна получен при внесении P_{60} в чистом пару.

Азотные удобрения дают достоверную прибавку урожая при внесении повышенной дозы фосфорных удобрений (основное + рядковое).

Внесение навоза под яровую пшеницу в паровом поле дает положительные результаты. Установлено, что способ внесения навоза (под плуг или глубокое рыхление) не влияет существенно на урожайность. Оба способа заделки органических удобрений обеспечивают фактически одинаковую прибавку урожая зерна яровой пшеницы. Положительное действие навоза на плодородие почвы не ограничивается годом внесения, а проявляется в течение всей ротации севооборота.

Как и в степных районах, черноземы лесостепи (выщелоченный, обыкновенный) содержат мало доступных для растений соединений фосфора. Этим объясняется высокая отзывчивость сельскохозяйственных культур на фосфорсодержащие удобрения.

На удобренных фосфором полях не только создается более оптимальный питательный режим, но и повышается засухоустойчивость растений, на 15—20 % продуктивнее используется вода для формирования урожая. Эффективность минеральных удобрений резко возрастает на полях, где дополнительно провели влагонакопление (посев кулис, снегозадержание снегопахами).

В лесостепных районах Сибири большой эффект дает применение хорошо подготовленного навоза. Так, внесение в пару 20 т/га навоза обеспечивает прибавку урожая зерна с учетом последствия до 10 т/га.

В пару вносить суперфосфат следует осенью, локально сеялкой СЗС-2,1 на глубину 8—10 см или культиватором-удобрителем КПГ-2,2 на глубину 10—14 см. Применяют также специальные сошки для локального внесения минеральных удобрений. При этом растения легко усваивают доступный фосфор, обеспечивая высокую оплату удобрений.

Азотные удобрения, чтобы не допустить перерастания вегетативной массы, а затем полегания пшеницы, вносят строго в соответствии с дозами, рекомендованными зональными научными учреждениями.

Защита почв от дефляции и водной эрозии, борьба с засухой. Ветровая эрозия почв, особенно на фоне частых засух, в степных районах Сибири может проявляться на большей части пашни (бывшие целинные земли).

В лесостепных районах большинство площадей сельскохозяйственных угодий может одновременно подвергаться как водной, так и ветровой эрозиям. Особенно сильно эти процессы развиты в Алтайском и Новосибирском Приобье, где ежегодный прирост оврагов составляет 8—10 м, а их глубина — 30—50 м. Во время ливней и стока талых вод смыв почвы на склонах может достигать 100 т/га, а в отдельные годы — 300 т/га. Во время стока с каждого гектара теряется до 80—100 кг питательных веществ и 300—500 м³ воды, что усиливает отрицательное действие засух.

Поэтому система земледелия в этих районах должна быть почвозащитной, почвоводоохранной. Действенным средством борьбы с засухами, ветровой и водной эрозиям в степных и лесостепных районах Сибири — комплекс агромелиоративных мер с учетом конкретных условий.

Агромелиоративный противоэрозионный комплекс для степных районов Сибири состоит из чистых кулисных паров в севооборотах, плоскорезной обработки почвы с оставлением стерни, снегозадержания снегопахами.

В метровом слое почвы кулисного пара запасы влаги на 30—50 мм (300—500 м³ воды на 1 га) больше, чем обычно. Это позволяет получать дополнительно от 0,2 до 0,45 т/га зерна яровой пшеницы.

Сохранение стерни при плоскорезной обработке позволяет задерживать на полях весь первый снег. По вспашке снег практически полностью сдувается, а почва подвергается зимней ветровой эрозии, промерзает на 30—50 см глубже.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы по плоскорезной обработке выше, чем по вспашке: в степных районах — на 20—30 мм, в лесостепи — на 35—45 мм (350—450 м³ воды на 1 га).

Дополнительное снегозадержание снегопахами СВУ-2,6 значительно увеличивает мощность снежного покрова и запасы влаги в нем.

Лучшему накоплению и сохранению влаги в почве способствует мульчирование почвы соломой. Кроме того, это позволяет увеличивать запасы гумуса в почве.

Система защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков.

Борьба с вредителями сельскохозяйственных культур — неотъемлемая часть общего комплекса мероприятий по повышению урожая. В степных районах Сибири значительный ущерб урожаю наносят серая зерновая совка, пшеничный трипс, шведская муха, стеблевые хлебные блошки, жуки-шелкуны, пшеничный цветочный клещ, саранчовые, суслики, мышевидные грызуны, в отдельные годы — луговой мотылек. Как переносчики вирусных

заболеваний злаков представляют опасность злаковые цикады и тли.

Из *болезней* наиболее распространена и вредоносна корневая гниль пшеницы и ячменя. Снижают урожайность пыльная головня пшеницы и ячменя, головня овса и проса. Периодически причиняют ущерб мучнистая роса, бурая ржавчина и септориоз пшеницы, закукливание овса, сетчатая пятнистость ячменя. Ежегодно отмечается гельминтоспориоз зерна пшеницы и ячменя (чернота зародыша).

Из *сорняков* наиболее распространены злостные корнеотпрысковые и корневищные многолетники: бодяк полевой, осот полевой, молокан татарский, вьюнок полевой, пырей и острец; из однолетних видов — овсюг, курай, горец татарский. Значительный ущерб посевам наносят поздние яровые сорняки: щетинник зеленый, ширица и малолетние виды с 1—3-летним циклом жизни — липучка, полынь, белена, чертополох и др.

Борьбу со всеми видами сорняков начинают с парования, а также с тщательной подготовки почвы после непаровых предшественников. При систематической плоскорезной обработке 70—90 % семян сорняков сосредоточены в верхнем слое почвы (0—10 см), а частично и на ее поверхности. Семена сорняков, перезимовавшие в почве, весной дают больше всходов, чем зимовавшие на поверхности. Поэтому обработку пара рекомендуют начинать сразу после уборки предшественника орудиями БИГ-3, КПШ-9 и КПЭ-3,8, которые заделывают в почву осыпавшиеся семена. Культиваторы предпочтительнее применять при одновременном засорении поля овсюгом, корневищными и корнеотпрысковыми сорняками.

Весной обработку пара начинают после появления массовых всходов сорняков. При раннем наступлении весны первую культивацию необходимо провести до начала посева, чтобы избежать обезвоживания почвы вегетирующими растениями овсюга, зимующими видами пырея и остреца.

Важнейшие условия эффективной борьбы с корнеотпрысковыми сорняками — соблюдение сроков культивации пара летом.

Положительные результаты дает сочетание двух плоскорезных и двух гербицидных обработок в паровом поле: почва хорошо очищается от сорняков и одновременно усиливается защита от эрозии. В этом случае сокращаются расходы горючего и затраты труда.

При засорении поля пыреем ползучим наиболее эффективна 4-5-кратная обработка культиватором КПЭ-3,8 на глубину заделки корневищ (14—16 см). Хороший результат дает и применение ОПТ-3-5, дополнительно оборудованного черенковыми ножами и прутьями-вычесывателями на лапах-плоскорезах.

Борьба с острецом, корневища которого расположены на глубине 18—26 см, состоит из вспашки паров в начале июня на глубину 26—27 см, обработки культиватором КПЭ-3,8 по мере отрастания сорняков.

Под следующие культуры после пара, так же как и в пару, после уборки яровой пшеницы проводят боронование БИГ-3 под углом атаки 8—12°. Такую же обработку рекомендуют и после уборки ячменя, если за ним следуют посевы пшеницы. Заделанные с осени падалища и сорняки весной лучше прорастают и уничтожаются предпосевной обработкой. Осенняя обработка БИГ-3 способствует заделыванию семян в почву и их более активному прорастанию весной.

Первую весеннюю обработку БИГ-3 на полях, где посевы планируют провести 22—23 мая, осуществляют за 10—15 сут под углом атаки 16°, а вторую — перед посевом зерновых культур. Под посевы до 15—20 мая можно ограничиться одной предпосевной культивацией.

Решающий фактор борьбы с ранними сорняками, особенно овсюгом, в Сибири — посев зерновых культур в оптимальные сроки: с 15 по 25 мая пшеницы и после 25 мая до начала июня овса и ячменя.

Значительный эффект в борьбе с сорняками дает довсходовое боронование.

Химические средства борьбы с сорняками применяют в соответствии с зональными рекомендациями по прогрессивной технологии возделывания яровой пшеницы и других культур.

Общие мероприятия по защите посевов полевых культур от вредителей и болезней следующие: улучшение в каждом хозяйстве службы защиты растений (защитные мероприятия должны обязательно входить в технологию выращивания сельскохозяйственных культур); строгое выполнение агротехнических и семеноводческих мероприятий, направленных на подавление вредных организмов; освоение севооборотов, соблюдение порядка чередования культур; тщательная подготовка паров и зяби, качественное проведение основной, предпосевной и междурядной обработок почвы, оптимальные сроки посева, уборка в сжатые сроки и максимальное сокращение потерь урожая; эффективная направленная борьба с сорняками; создание условий для размножения полезных насекомых и птиц (полезное лесоразведение, травосеяние, мелиорация); выполнение рекомендаций службы защиты растений; соблюдение природоохранных мероприятий.

4.4. ДАЛЬНИЙ ВОСТОК

Дальний Восток — крупнейший экономический район нашей страны. В сельскохозяйственном отношении наибольшее значение в регионе представляет производство сои, риса, картофеля, овощей и продукции животноводства. Основные площади пашни расположены в Амурской области и Приморском крае.

Природно-климатические условия. К л и м а т. Он носит ярко выраженный муссонный характер. Зима малоснежная, с преобладани-

ем ясных солнечных дней. Средняя годовая температура января $-16...-24^{\circ}\text{C}$. Лето теплое, среднесуточная температура июля $18-22^{\circ}\text{C}$. Продолжительность безморозного периода 140—172 дня, вегетационного (с температурой выше 5°C) — 125—157 дней. Сумма положительных температур за вегетационный период составляет 2150—2800 $^{\circ}\text{C}$. Осенние заморозки наступают 14—29 сентября, а весенние заканчиваются 9—30 мая.

Холодные и сильные ветры зимой с суши сменяются летом прохладными влажными потоками воздуха с океана.

Годовое количество осадков колеблется от 400 мм на севере Магаданской области до 800—900 мм в горных районах. В основных земледельческих районах выпадает 500—700 мм, из них зимой — около 10 %. Весной и в первой половине лета часты засухи, а вторая половина отличается обилием осадков, нередко в виде ливней.

Почвы. Представлены дерново-подзолистыми, оглеенными и лугово-глеевыми тяжелого гранулометрического состава. В низменных равнинах наиболее распространены лугово-болотные и болотные почвы, а в таежно-лесной зоне — торфоглеевые, светло-бурые лесные малогумусные. В Зейско-Буреинской равнине преобладают луговые черноземовидные почвы с мощностью гумусового горизонта 16—25 см и содержанием гумуса в пахотном слое 6—10 %. Кислотность ($\text{pH}_{\text{сол}}$) 4,8—5,2. В долинах рек распространены довольно плодородные легкие аллювиальные почвы, а на водоразделах и слабополосных склонах — каменистые и щебенчатые почвы.

В южной части Дальнего Востока на Уссурийско-Ханкайской, Среднеамурской равнинах по шлейфам сопок размещены бурые лесные почвы с содержанием гумуса до 2,5 %. Они бедны фосфором (не более 2,5 мг/100 г почвы), имеют кислую реакцию.

Большинство почв Дальнего Востока тяжелого гранулометрического состава, содержат мало органического вещества, бедны фосфором, имеют кислую реакцию и слабовыраженную структуру. Это обуславливает их плохую водопроницаемость, неудовлетворительный водный и питательный режимы, необходимость коренного окультуривания, борьбы с водной эрозией. Свыше половины пахотных земель Дальнего Востока систематически подвергаются переувлажнению.

Рельеф. В основном он равнинно-увалистый, с наличием аккумулятивных впадин. Возможно возделывание сои, яровой пшеницы, ячменя, овса, риса, кукурузы, кормовых культур. Значительные площади пашни и естественных кормовых угодий расположены на высокой части Зейско-Буреинской равнины и пологих склонах. Почвы здесь формировались в условиях периодического переувлажнения, проявления водной эрозии и ее отложений.

Растительный покров. Свыше 80 % земельных угодий находится под лесом, а естественные кормовые угодья составляют более 50 % всех сельскохозяйственных. Однако урожаи естественных трав низкие вследствие недостаточного ухода за ними. Куль-

турная растительность на пашне представлена посевами яровых зерновых, сои, кормовых, картофеля, овощных культур и риса.

Основные задачи системы земледелия. Это — совершенствование структуры посевных площадей и системы севооборотов, всемерное повышение культуры земледелия и плодородия почв, создание глубокого окультуренного пахотного слоя с оптимальными водно-физическими и агрохимическими свойствами, обогащение почвы органическим веществом и доступными элементами питания растений, снижение кислотности, двустороннее регулирование водного режима почв (осушение, орошение), борьба с весенним дефицитом и летним избытком влаги, предупреждение водной эрозии почвы, борьба с сорняками, вредителями и возбудителями болезней культурных растений, улучшение сенокосов и пастбищ, повышение их продуктивности, широкое внедрение прогрессивных технологий возделывания культур.

Успешная реализация поставленных задач возможна лишь при комплексном применении указанных мер. Каждое звено системы земледелия в сочетании с другими должно надежно выполнять свои функции.

Решающее значение имеют ускоренное окультуривание и повышение плодородия пахотного слоя, в первую очередь систематическое применение органических удобрений, фосфоритной муки, суперфосфата и известкования.

Система севооборотов. В зависимости от почвенно-климатических условий, специализации, структуры посева в районах Дальнего Востока вводят различные полевые, кормовые, специальные севообороты с числом полей от трех до девяти: 4—6-польные полевые без многолетних трав, 6—9-польные с посевами клевера, люцерны или травосмесей. Значительная доля пропашных культур (соя, кукуруза и др.) в посевах позволяет широко использовать плодосмен как основу чередования культур и интенсификации земледелия.

В плодосменные севообороты кроме сои и зерновых культур включают бобовые травы, преимущественно клевер однолетнего использования. Чередование культур здесь может быть такое: / — клевер, 2 — соя, 3 — пшеница, 4 — соя, 5 — зерновые с подсевом клевера. При более продолжительном использовании многолетних трав их целесообразно возделывать в выводном поле.

На тяжелых почвах, более склонных к переувлажнению и заиливанию, рекомендуют вводить зерносоевые севообороты с включением в них зерновых культур, сои, клевера и однолетних трав. Эти культуры, кроме сои, успевают закончить вегетацию до наступления периода обильных дождей.

В Приморском крае широко практикуют как в полевых, так и в специальных севооборотах повторные (двух- и трехкратные) посевы риса, картофеля и кукурузы. Удельный вес риса в посевах степной и лесостепной частей Приханкайской низменности достигает 75%.

В районах возделывания сои она занимает 25—40 % площади пашни. Здесь применяют зернопаропропашные или плодосменные севообороты. Например: 1 — пар чистый и занятый, 2 — пшеница, 3 — соя, 4 — пшеница и зернофуражные, 5 — соя или 1 — пар чистый и занятый, 2 — пшеница, 3 — соя, 4 — пшеница и другие зерновые культуры.

На легких почвах в зерносоевые севообороты можно включать кукурузу, картофель, сахарную свеклу, другие пропашные культуры, например: 1 — кукуруза, 2 — пшеница, 3 — соя, 4 — яровые зерновые, 5 — соя.

В рисосеющих хозяйствах вводят специальные рисовые севообороты.

В прифермские севообороты включают преимущественно кормовые культуры: 7 — кукуруза на силос, 2 — картофель, 3 — корнеплоды или / — клевер, 2 — кукуруза, 3 — картофель и корнеплоды, 4 — силосные, 5 — ячмень с подсевом клевера.

В овощных севооборотах чередование культур устанавливают согласно зональным рекомендациям с учетом специализации и потребностей в продукции.

Система обработки почвы. В условиях Дальнего Востока исключительно большое значение имеет правильная система основной и предпосевной обработок, поскольку почвы часто переувлажнены и имеют тяжелый гранулометрический состав.

В первой и второй зонах положительные результаты дают периодическая, а в ряде случаев и повторная глубокая (на 25—27 см) вспашка плугами с предплужниками и безотвальное рыхление. Это объясняется тем, что гумусово-аккумулятивный горизонт многих почв не превышает 16 см, а подпахотный — плотный и слабодопроницаемый.

Установлена также положительная роль разноглубинной вспашки: под сою — на 22—24 см и пшеницу — на 14—16 см. При такой обработке засоренность посевов снижается.

Большой эффект дает углубление пахотного слоя на фоне применения органических и минеральных удобрений в севооборотах. Так, в 9-польном севообороте за три ротации по общему фону 120 т навоза, 15,6 т извести и 469 кг фосфора пахотный слой был углублен с 16—18 до 25 см. Урожайность культур за это время увеличилась в 2—3 раза.

В предпосевной подготовке почвы под поздние культуры (соя, кукуруза) эффективна разноглубинная многофазная обработка. В этом случае кроме боронования зяби предусматривают трехкратную послойную культивацию: первую — на глубину 12—14 см, вторую — 8—10 см и третью — на 5—6 см с последующим прикатыванием почвы. Это позволяет очистить поле от сорняков и улучшить водный и питательный режимы посевного слоя.

Для предупреждения водной эрозии вспашку на склонах проводят после прекращения обильных дождей под небольшим углом к

горизонталям (0,005—0,007). На длинных склонах рекомендуют перехватывать воду водоотводными бороздами. Через 3—4 года необходимо углублять пахотный слой плугами с почвоуглубителями или безотвальными стойками. Для отвода излишней воды с полей проводят кротование или щелевание почвы. Чтобы предотвратить ветровую эрозию, применяют плоскорезную и безотвальную обработки, а также чередование их с вспашкой.

Предпосевную обработку на почвах, склонных к эрозии, проводят особенно тщательно. Культивацию осуществляют перекрестно, причем второй раз обязательно поперек склона.

На переувлажненных полях высокий эффект дает гребнегрядовая технология возделывания культур.

Система удобрения. Основным органическим удобрением на Дальнем Востоке является навоз. Каждая тонна навоза за ротацию полевого севооборота дает дополнительно 60—95 кг/га корм. ед. Затраты на его приготовление и внесение окупаются за 1—2 года. Эффективность навоза возрастает при совместном его применении с минеральными удобрениями.

Навоз используют в первую очередь под овощные культуры из расчета 60 т/га и под картофель 40 т/га с повторным внесением через 2 года. В полевых севооборотах его применяют один раз за ротацию по 30—40 т/га. Технология приготовления подстильного навоза описана в зональных рекомендациях.

Бесподстилочный (жидкий) навоз также дает значительный эффект.

Торф, применяемый на удобрение в чистом виде, малоэффективен. Поэтому его лучше использовать для приготовления компостов. Наиболее целесообразно готовить торфонавозные, известково-бактериальные, торфофосфоритные, торфофосфоритноизвестковые компосты. Причем известь должна быть тщательно перемешана с органической массой. Размер буртов у основания 3—4 м, высота до 2 м.

Торфокомпоста используют в первую очередь в кормовых севооборотах. В картофельных и овощных севооборотах их необходимо чередовать с навозом.

Зеленое удобрение — важный источник пополнения запасов органического вещества. Для этих целей применяют сою и отаву клевера. Запахивают их в конце августа — начале сентября.

Минеральные удобрения повышают урожайность на 25—70 %. Особенно отзывчивы в условиях Дальнего Востока зерновые, кукуруза, картофель, овощные культуры, злаковые многолетние травы, а при благоприятных метеорологических условиях и соя.

Основное удобрение вносят осенью под зябь и весной под культивацию или глубокое безотвальное рыхление. Во время посева удобрения вносят в рядки, а в последующем — в подкормках.

В системах удобрения Амурской области предусмотрено основное внесение удобрений под вспашку (фосфоритная мука, супер-

фосфат, аммофос) или локально (гранулированные удобрения) на глубину 8—15 см комбинированными машинами конструкции ВНИИ сои или зернотуковыми сеялками. Для подкормки зерновых культур и многолетних трав используют зернотуковые сеялки, а для пропашных — культиваторы.

Известкование кислых почв — важное условие повышения их плодородия и эффективности применения минеральных удобрений.

Известь следует вносить в летне-осенний период, после уборки парозанимающих и зерновых культур, а также перед запашкой клеверных и соевых сидератов.

Для улучшения фосфорного режима кислых почв рекомендуют применять фосфоритную муку в дозе 1—2 т/га.

Важное значение в повышении урожайности возделываемых культур имеют микроудобрения. Обработка семян сои раствором молибдена аммония (50—100 г соли на гектарную норму семян) повышает урожайность этой культуры на 0,2 т/га. При внесении в почву 7—12 кг/га буры урожайность картофеля увеличивается на 10—24 %. Возрастает и крахмалистость клубней.

Бактериальные удобрения (нитрагин, ризоторфин) значительный эффект дают при применении в соево-зерновых севооборотах. При использовании нитрагина под сою в Амурской области урожайность семян возрастает от 0,08 до 0,3 т/га.

Защита сельскохозяйственных культур от вредных организмов. На Дальнем Востоке преобладает сложный тип засорения, в основном многолетними сорняками. Наиболее вредоносны многолетние сорные растения: осоты, полыни, пырей ползучий.

Борьба с сорняками должна включать предупредительные и истребительные меры. В посевах зерновых проводят боронование и применяют быстроразлагающиеся пестициды в соответствии с принятой технологией возделывания. Посевы боронуют при массовом появлении всходов сорняков — лучше в период полных всходов культурных растений до их кущения.

Для борьбы с сорняками в посевах сои разработан комплекс агротехнических и химических мер, включающий основную и предпосевную обработки почвы, довсходовое и послеवсходовое боронования, междурядную обработку и применение гербицидов.

На Дальнем Востоке широко распространены опасные вредители и возбудители болезней сельскохозяйственных культур (луговая совка, картофельная коровка, соевая плодожорка, соевая нематода, пыльная головня, белая гниль сои, фузариоз зерновых и сои, фитофтора картофеля, различные виды ржавчины и др.). Для борьбы с ними разработан комплекс мероприятий, включающий агротехнические, биологические и химические меры борьбы.

Севооборот — один из важных факторов защиты растений от вредителей и болезней. В севообороте, где соя возвращается на прежнее место через 2—3 года, повреждаемость ее наименьшая.

Правильная агротехника (основная, предпосевная и междурядная обработки почвы) — основа эффективной защиты растений. Она позволяет снизить поражаемость растений болезнями и вредителями на 15—30 %.

Биологические методы борьбы с вредителями основаны на применении микробиологических препаратов.

Химический метод используют для борьбы с вредителями: луговой совкой, пьявицей, хлебной блошкой, сусликами и другими возбудителями болезней (пыльной головней, бурой ржавчиной, гельминтоспориозом, фузариозом, в отдельные годы стеблевой ржавчиной). Все работы проводят в соответствии с рекомендациями службы защиты растений.

Контрольные вопросы и задания

1. Расскажите об основоположниках учения о системах земледелия в России.
2. Раскройте типы и виды систем земледелия и их признаки.
3. В чем сущность и каковы составные части современных систем земледелия?
4. Каковы основные задачи систем земледелия таежно-лесной зоны?
5. Каковы основные задачи и направления оптимизации систем земледелия Центрально-Черноземного района?
6. Расскажите о природно-климатических условиях и приемах адаптации систем земледелия Среднего и Нижнего Поволжья.
7. Расскажите об основных задачах системы земледелия Северного Кавказа и ее дифференциации по подзонам региона.
8. В чем сущность систем земледелия степных и лесостепных районов Сибири?
9. Каковы основные задачи систем земледелия Дальнего Востока?
10. Составьте схему структуры системы земледелия одного из регионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баздырев Г. И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии. — М.: МСХА, 1995.
2. Воробьев С. А. Севообороты интенсивного земледелия. — М.: Колос, 1979.
3. Вильямс В. Р. Собрание сочинений. — М.: Сельхозиздат, 1963.
4. Дудкин В. М. Севооборот в современном земледелии. — М.: РАСХН, 1997.
5. Заславский М. Н. Эрозиоведение. — М.: Высшая школа, 1983.
6. Крафтс А., Роббинс У. Химическая борьба с сорняками. — М.: Колос, 1964.
7. Костычев М. А. Избранные труды. — М.: АН СССР, 1951.
8. Каиштанов Н. А., Заславский М. Н. Почвоводоохранение земледелия. — М.: Россельхозиздат, 1984.
9. Ломакин М. М. Мульчирующая обработка почвы на склонах. — М.: Агропромиздат, 1988.
10. Лошаков В. Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны. — М.: Россельхозиздат, 1980.
11. Минимализация обработки почв. Рекомендации ВАСХНИЛ. — М.: Агропромиздат, 1985.
12. Мальцев А. И. Сорная растительность СССР и меры борьбы с ней. — М.—Л.: Сельхозиздат, 1962.
13. Марков М. В. Агрофитоценология. — Казань, 1972.
14. Никитин В. В. Сорные растения флоры СССР. — Л.: Наука, 1983.
15. Пупонина И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны. — М.: Колос, 1984.
16. Прянишников Д. Н. Избранные сочинения. — М.: Сельхозиздат, 1963.
17. Ресурсосберегающие технологии обработки почв: научные основы, опыт, перспективы. — Курск, 1989.
18. Ресурсосберегающие системы обработки почвы. — М.: Агропромиздат, 1990.
19. Саранин Е. К. Экологическое земледелие. — Пушкино: РАН, 1994.
20. Системы земледелия Нечерноземной зоны (обоснования, разработка, освоение). Сост. Г. И. Баздырев. — М.: МСХА, 1993.
21. Теория и практика современного севооборота (под редакцией Лошакова В. Г.). — М.: МСХА, 1996.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Агрегатный состав почвы 51
Агроландшафт 187
Агроресомелиорация 251, 425
Агрофитоценоз 90
Аллелопатия 184

Б

Баланс гумуса 66
Безотвальное рыхление 277, 293, 372, 431
Бессменная культура 169
Биологическая активность почвы 69, 209
Биологические особенности сорняков 102
— причины чередования культур 182
— свойства семян сорняков 105
Биологическое заглушение сорняков 147, 148
Биота 52, 69, 242
Бороздование 375
Боронование 287, 317
Букетировка 369

В

Введение севооборота 249, 252
Вегетативное размножение многолетних сорняков 109, 118
Вид севооборота 213
Влагоемкость 31
— максимально-адсорбционная 29
— наименьшая (полевая) 30
— полная 31
Влажность устойчивого завядания 29
Внутрихозяйственное землеустройство 249, 252

Вода 28

— кристаллизационная 28
— парообразная 29
— прочносвязанная 29
— рыхлосвязанная 29
— свободная 30
— твердая 28
Водно-воздушный режим 24, 34
Водоудерживающая способность 30
Водопроницаемость 31
Водный режим 27, 190
Воспроизводство плодородия 43
Вредоносность сорняков 87
Вскрышная порода 435
Вспашка 273
— вразвал 281
— веял 281
— глубокая 275
— двухъярусная 282, 294
— загонная 281
— зяблевая (осенняя) 273, 385
— культурная 274
— плантажная 284
— плугом с вырезными отвалами (корпусами) 273, 292
— с почвоуглубителями 273
— ступенчатая 374
— трехъярусная 282
Выводное поле 227
Выравнивание почвы 269

Г

Газообмен 34
Геологические условия 409
Гербициды 152
Гидротехнические противоэрозионные сооружения 250

Гипсование почвы 83
Гранулометрический состав почвы 49
Гуминовые кислоты 61
Гумины 62
Гумусовые вещества 60

Д

Дернина 195, 312
Дефляция 405
Дискование Ж
Дисперсия 103, 106
Документация севооборотная 250, 256

З

Законы земледелия 19
— возврата 25
— земледелия 19
— минимума, максимума, оптимума 20
— равнозначности и независимости 20
— совокупного действия факторов 23
Запольный участок 228
Засорители 86
Защита почв от ветровой и водной эрозии 420
Звено севооборота 225
Звенья системы земледелия 469
Зеленый конвейер 211

И

Известкование 83
Интегрированная защита растений 135
Испарение воды из почвы 288
Иссушение почвы 326

К

Картирование полей на засоренность 126, 128
Карты засоренности 128
Классификация гербицидов 153
— паров 188
— промежуточных культур 172
— севооборотов 212
— сорных растений 112
Климатические факторы эрозии 407
Книга истории полей 205, 256
Корневые гнили 183, 204, 212
Коэффициент гумификации 67
Кротование 284, 373
Крошение почвы 269
Кулисы 191
Культивация 286

Л

Лесоразведение 425
Липкость почвы 50, 271
Лункование 376
Лушение 285, 307

М

Макроструктура почвы 51
Максимальная гигроскопичность 29
Малование 289
Мезотрофы 434
Меры борьбы с сорняками 128
— биологические 146
— истребительные 129
— механические 128, 136
— организационные 130
— предупредительные 129
— специальные 129
— физические 128
— фитоценоотические 147
— химические 152
Механизм эрозии и дефляции почвы 411
Микроструктура почвы 51
Многолетние травы 193, 234, 246
Моделирование (прогнозирование) баланса 66
Модель плодородия 66
Монокультура 169
Мощность пахотного слоя почвы 295
Мульчирование почвы 39
Мусорные растения 87

Н

Набухаемость 270
Научные основы севооборота 169
Непаровые предшественники 187
— зерновые бобовые культуры 195
— зерновые культуры 201
— многолетние травы 193
— пропашные культуры 197
— технические непропашные культуры 200
Норма высева семян 358

О

Обвалование 428
Оборачивание почвы 268, 274
Оборот пласта 171
Обработка почвы 258
— весенняя 316, 317

— зяблевая 304, 305, 385
— междурядная 367, 368
— механическая 258
— минимальная 261, 337, 338
— основная 272, 273
— паровая 189
— плоскорезная 277
— поверхностная 285
— полупаровая 189, 312
— послепосевная 365
— почвозащитная 314
— предпосевная 386, 400
— скоростная 272
— чистого пара 314, 325
Однолетние травы 189, 194
Окультуривание почвы 290, 294
Окучивание 369, 370
Олиготрофы 434
Органическое вещество почвы 209
Оросительная норма 386
Орошение 33
Освоение севооборотов 249, 253
Охрана окружающей среды 187, 251
Оценка севооборота 251, 255

П

Пар занятый 192
— кулисный 329
— поздний 189
— пропашной 189
— ранний 189
— сидеральный 189, 193
— черный 189
— чистый 188, 189, 190
Перемешивание почвы 269
Переходная таблица 192, 253
План освоения севооборота 253
Планировка полей 384, 385
Пласт 171
Пластичность почвы 271
Плодородие почвы 43
Плотность почвы 54
Площадь питания растений 41
Повторный посев 171, 202
Покой семян сорняков 105
Поливы 33
Полосное размещение культур 247
Порог вредоносности сорняков 187
Почвенный воздух 34
Почвозащитная способность растений 245, 408, 409

Почвозащитный комплекс 420
Почвоутомление 184, 201
Предшественники 188, 191
Прикатывание почвы 365
Причины чередования культур 177
Проектирование севооборотов 248
Промежуточные культуры 171, 203, 205
— озимые 172, 207
— подсевные 172
— пожнивные 172, 203, 207
— поукосные 172, 207
Противоэрозионная агролесомелиорация 425
— организация территории 420

Р

Разноплодие сорняков 105
Растительные остатки 183, 195, 200
Растительный покров 408
Режим орошения 383
Рекультивация земель 250
Ротация севооборота 169
Ротационная таблица 170, 254
Рыхление почвы 269, 293

С

Самосовместимость культур 176
Сборное поле 171
Связность почвы 270
Севооборот бахчевый 241
— земляничный 241
— зернозлаковой 227
— зернопаровой 215
— зернопаропропашной 216, 233
— зернопаротравяной 217
— зернопропашной 216, 234
— зернотравяной 217
— зернотравянопаропропашной 218
— конопляный 242
— кормовой 213, 230
— корнегаюдно-силосный 231
— лекарственный 244
— люцернокукурузный 227
— люцернохлопковый 227
— овощекормовой 220, 241
— овощной 237
— паропропашной 241
— плодopитомнический 244
— плодосменный 218
— полевой 224
— почвозащитный 245

- прифермский 211, 221, 231
- пропашной 220, 232, 239
- рисовый 242
- с выводным полем 213, 234
- сенокосно-пастбищный 221
- сидеральный 213, 236
- специальный 243
- табачный 219, 246
- травяно-зерновой 219, 246
- травопольный 219, 246
- травяно-пропашной 220, 232, 239
- эфиромасличный 244
- Семенная продуктивность сорняков 102
- Сидерация 210
- Система земледелия 439
 - агроландшафтная 245
 - многопольно-травяная 455
 - паровая 454
 - плодосменная 461
 - примитивная 451
 - пропашная 463
 - промышленно-заводская 463
 - рисосеющих хозяйств 536
 - современная 450
 - травопольная 458
 - улучшенно-зерновая 456
- Снегозадержание 431
- Совместимость культур 176
- Сорные растения 85
 - двулетние 113, 117
 - зимующие 113, 117, 184
 - клубневые 113, 114, 119
 - корневищные 113, 114, 120
 - корнеотпрысковые 113, 114, 123
 - луковичные 113, 114, 119
 - малолетние 113, 114
 - многолетние 113, 114
 - мочковато-корневые 113, 114, 119
 - непаразитные 113
 - однолетние 113
 - озимые 113, 117, 184
 - паразитные 113, 124
 - ползучие 113, 114, 119
 - полупаразитные 113, 125
 - стержнекорневые 113, 114, 116
 - эфемеры 113, 114, 116
 - яровые поздние 113, 114, 184
 - яровые ранние 113, 114, 184
- Спелость почвы 271, 300
- Способ посева 360
 - бороздковый 362

- гребневой 362
- ленточный 361
- перекрестный 361
- полосный 362
- прямой 363
- пунктирный 362
- разбросной 360
- рядовой 360
- совмещенный 362
- широкорядный 361
- Способы распространения сорняков 102
 - уничтожение семян и вегетативных органов размножения сорняков 135, 136
- Сроки посева 363, 364
- Строение пахотного слоя 53, 264
- Структура посевных площадей 169, 213, 250
 - почвы 209
- Сущность системы земледелия 448, 467

Т

Твердость почвы 266, 271

Температурный режим почвы 35

Теплопоглощающая способность почвы 36

Техника безопасности при работе с гербицидами 163

Тип севооборота 213

Трансформационная функция почвы 44

Транспирационный коэффициент 18

У

Углубление пахотного слоя 290, 295, 297

Удобрение эродированных почв 432

- зеленое 183

Уничтожение сорняков в посевах 142

Уплотнение почвы 269

Условия жизни растений 190

- геологические 409
- применения гербицидов 158

Ф

Факторы жизни растений 16, 190

- плодородия почвы 43
- эрозии и дефляции почвы 405

Фитопатологическая микрофлора 183

Фитосанитарное состояние почвы 45

- потенциал севооборота 256

Фитотоксичность 72

Фрезерование 278

Фульвокислоты 61

Х

Хозяйственное использование земель 250

Ш

Шлейфование 289, 429

Щ

Щелевание 284, 370, 373

Э

Эвритрофы 434

Экологические условия 102

- функция севооборота 256

Эрозия почвы 405

- ирригационная 405
- линейная 412
- поверхностная 412
- струйчатая 412

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Раздел I. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	7
Глава 1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	7
Глава 2. ФАКТОРЫ ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ И ЗАКОНЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	16
2.1. Требования культурных растений к условиям жизни.....	16
2.2. Законы земледелия и их использование.....	19
Глава 3. ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ЖИЗНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ.....	26
3.1. Водный режим и его регулирование.....	27
3.2. Воздушный режим и его регулирование.....	34
3.3. Тепловой режим и его регулирование.....	35
3.4. Световой режим и его регулирование.....	39
3.5. Питательный режим и его регулирование.....	41
Глава 4. ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ.....	43
4.1. Понятие о плодородии почвы и его воспроизводство.....	43
4.2. Воспроизводство агрофизических показателей плодородия почвы.....	49
4.3. Биологические показатели плодородия почвы и их воспроизводство.....	57
4.4. Моделирование баланса органического вещества почвы в севообороте.....	66
4.5. Почвенная биота и ее активность.....	69
4.6. Фитосанитарное состояние почвы.....	71
4.7. Агрохимические показатели плодородия почвы и их воспроизводство.....	74
Раздел II. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И БОРЬБА С НИМИ.....	85
Глава 1. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И ИХ ВРЕДНОСТЬ.....	85
1.1. Понятие о сорных растениях и их происхождение.....	85
1.2. Вред, причиняемый сорными растениями.....	87
1.3. Агрофитоценозы сельскохозяйственных угодий и их особенности.....	90
1.4. Формы взаимоотношений между компонентами полевых сообществ.....	94
1.5. Пороги вредности сорных растений.....	96
1.6. Гербакритические периоды культур.....	100
Глава 2. БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ.....	102
2.1. Семенная продуктивность сорняков.....	102

2.2. Способы распространения семян и плодов сорняков.....	102
2.3. Биологические свойства семян.....	105
2.4. Вегетативное размножение многолетних сорняков.....	108
2.5. Сорняки как индикаторы среды обитания.....	111

Глава 3. КЛАССИФИКАЦИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ КАРТИРОВАНИЕ.....	112
3.1. Классификация сорных растений.....	112
3.2. Характеристика сорных растений, наиболее распространенных в агрофитоценозах.....	116
3.2.1. Малолетние сорные растения.....	116
3.2.2. Многолетние сорные растения.....	118
3.2.3. Паразитные и полупаразитные сорняки.....	124
3.3. Учет и картирование сорных растений в производственных посевах.....	126
Глава 4. МЕРЫ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ.....	128
4.1. Классификация методов борьбы с сорняками.....	128
4.2. Биологические методы.....	146
4.3. Химические методы.....	152
4.4. Классификация и основы избирательности гербицидов.....	153
4.5. Характеристика гербицидов и их применение на сельскохозяйственных культурах.....	159
4.6. Комплексная борьба с сорными растениями.....	165
Раздел III. СЕВООБОРОТЫ.....	168
Глава 1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СЕВООБОРОТА.....	168
1.1. Основные понятия и определения.....	168
1.2. Севооборот как организационно-технологическая основа земледелия.....	172
1.3. Отношение сельскохозяйственных культур к бессменным, повторным посевам и севообороту.....	174
1.4. Причины чередования культур.....	177
1.4.1. Причины химического порядка.....	177
1.4.2. Причины физического порядка.....	180
1.4.3. Причины биологического порядка.....	182
1.4.4. Причины экономического порядка.....	186
Глава 2. РАЗМЕЩЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ПАРОВ В СЕВООБОРОТАХ.....	187
2.1. Чистые пары.....	190
2.2. Занятые пары.....	192
2.3. Многолетние травы.....	193
2.4. Зернобобовые культуры.....	195
2.5. Пропашные культуры.....	197
2.6. Технические непропашные культуры.....	200
2.7. Зерновые культуры.....	201
2.8. Промежуточные культуры.....	205
Глава 3. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕВООБОРОТОВ.....	212
3.1. Классификация севооборотов.....	212
3.2. Принципы построения севооборотов.....	221
3.2.1. Полевые севообороты.....	224
3.2.2. Кормовые севообороты.....	230
3.2.3. Специальные севообороты.....	236
3.3. Проектирование, введение и освоение севооборотов.....	248
3.3.1. Проектирование системы севооборотов.....	248

3.3.2. Введение севооборотов.....	252
3.3.3. Освоение севооборотов.....	253
3.3.4. Соблюдение севооборотов.....	254
3.3.5. Оценка севооборотов.....	255
3.3.6. Книга истории полей и другая документация.....	256
Раздел IV. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ.....	258
Глава 1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ.....	258
1.1. Задачи обработки почвы при различных уровнях интенсификации земледелия.....	258
1.2. Развитие учения об обработке почвы.....	260
1.3. Агрофизические основы обработки почвы.....	262
1.4. Агрохимические и биологические основы обработки почвы.....	266
1.5. Технологические операции при обработке почвы.....	268
1.6. Физико-механические свойства почвы и их влияние на качество обработки.....	270
Глава 2. ПРИЕМЫ ОСНОВНОЙ, ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ И УСЛОВИЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ.....	272
2.1. Приемы основной обработки.....	272
2.2. Специальные приемы основной обработки почвы.....	282
2.3. Приемы поверхностной и мелкой обработок почвы.....	285
Глава 3. УГЛУБЛЕНИЕ И ОКУЛЬТУРИВАНИЕ ПАХОТНОГО СЛОЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОЧВ.....	290
3.1. Значение глубины основной обработки для различных групп культур.....	290
3.2. Приемы создания глубокого пахотного слоя дерново-подзолистых и серых лесных почв.....	292
3.3. Приемы углубления пахотного слоя черноземных и каштановых почв.....	295
3.4. Углубление пахотного слоя и приемы улучшения плодородия солонцов.....	297
3.5. Мероприятия по снижению уплотнения почвы.....	299
Глава 4. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОД ЯРОВЫЕ КУЛЬТУРЫ.....	302
4.1. Понятие о системе обработки почвы.....	302
4.2. Зяблевая обработка почвы.....	304
4.3. Обработка почвы после однолетних культур сплошного посева.....	306
4.4. Особенности обработки почвы после пропашных культур.....	310
4.5. Обработка почвы после сеяных многолетних трав.....	311
4.6. Полупаровая обработка почвы.....	312
4.7. Паровая обработка почвы под яровую пшеницу.....	314
4.8. Предпосевная обработка почвы.....	316
4.9. Подготовка почвы под промежуточные культуры.....	323
Глава 5. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОД ОЗИМЫЕ КУЛЬТУРЫ.....	325
5.1. Обработка почвы в чистых парах.....	325
5.2. Обработка почвы в занятых парах.....	330
5.3. Обработка почвы после непаровых предшественников.....	335
5.4. Минимализация обработки почвы и условия эффективного ее применения.....	337
Глава 6. СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ.....	342
6.1. Принципы построения системы обработки почвы в севооборотах.....	342

6.2. Системы обработки почвы в севооборотах.....	345
Глава 7. ПОСЕВ И ПОСЛЕПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ.....	357
7.1. Технологическое обоснование посева (посадки) полевых культур.....	357
7.2. Способы посева.....	360
7.3. Сроки посева.....	363
7.4. Послепосевная обработка почвы.....	365
Глава 8. ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ.....	370
8.1. Обработка почв, подверженных водной эрозии.....	370
8.2. Предпосевная подготовка почвы, посев и уход за растениями на склоновых землях.....	376
8.3. Особенности обработки почв, подверженных ветровой эрозии.....	378
Глава 9. ОБРАБОТКА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ.....	383
9.1. Особенности обработки почвы при орошении.....	383
9.2. Зяблевая обработка и углубление пахотного слоя на орошаемых землях.....	385
9.3. Предпосевная и послепосевная обработки почвы в условиях орошения.....	386
9.4. Особенности обработки осушенных земель.....	388
9.5. Обработка почвы при поверхностном и коренном улучшении лугов и пастбищ.....	392
Глава 10. КОНТРОЛЬ ЗА КАЧЕСТВОМ ВЫПОЛНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОЛЕВЫХ РАБОТ.....	395
10.1. Оценка качества обработки почвы.....	396
10.2. Агротехнические требования к предпосевной обработке и подготовке к посеву почвы.....	400
10.3. Оценка качества посева сельскохозяйственных культур.....	402
Раздел V. ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ.....	405
Глава 1. РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ И ВРЕДНОСТЬ ЭРОЗИИ.....	405
Глава 2. КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ.....	420
2.1. Разработка и освоение почвозащитного комплекса.....	420
2.2. Противоэрозионные агролесомелиоративные мероприятия.....	425
2.3. Система почвозащитной обработки почвы.....	428
2.4. Применение удобрений на эродированных почвах.....	432
Глава 3. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ.....	433
Раздел VI. СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	439
Глава 1. РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ О СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	439
Глава 2. ТИПЫ И ВИДЫ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	451
Глава 3. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	466

Глава 4. ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОНАХ РОССИИ.....	479
4.1. Таежно-лесная зона.....	479
4.1.1. Северо-Западный район.....	484
4.1.2. Северо-Восточный район.....	485
4.1.3. Центральный район.....	485
4.2. Лесостепная и степная зоны европейской части России.....	488
4.2.1. Центрально-Черноземный район.....	489
4.2.2. Среднее и Нижнее Поволжье.....	503
4.2.3. Северный Кавказ.....	514
4.3. Степные и лесостепные районы Сибири.....	523
4.4. Дальний Восток.....	533
Литература.....	540
Предметный указатель.....	541

Учебное издание

Баздырев Геннадий Иванович,
Лошаков Владимир Григорьевич,
Пупонин Анатолий Иванович,
Рассадин Антон Яковлевич,
Сафонов Афанасий Федорович,
Туликов Александр Михайлович

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Учебник для вузов

Художественный редактор В. А. Чуракова

Технические редакторы В. А. Маланичева, Н. Н. Зиновьева

Корректор М. Ф. Казакова

Лицензия № 010159 от 06.03.97 г.

Сдано в набор 19.04.2000. Подписано в печать 27.04.2000.
Формат 60х88¹/₈. Бумага офсетная № 1. Гарнитура Ньютон.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 33,81. Усл. кр.-отг. 33,81.
Уч.-изд. л. 39,53. Изд. № 021. Тираж 5000 экз.

Заказ № 1627 «С» № 029.

Федеральное государственное ордена Трудового Красного
Знамени унитарное предприятие «Издательство «Колос»,
107807, ГСП-6, Москва, Б-78, Садовая-Спасская ул., 18.

Типография ОАО «Внешторгиздат»,
127807, Москва, Илимская, 7.

ISBN 5-10-002915-3



9 785100 029151